Der Einfluß der Baustoffe auf das Stallklima

Ehrhard Reich

1960

Aus dem Tierhygienischen Institut der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. A. Meyn

DER EINFLUSS DER BAUSTOFFE AUF DAS STALLKLIMA

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Ehrhard Reich

Tierarzt

aus

München

München 1960

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Zipf

Referent: Prof. Dr. A. Meyn

Tag der Promotion: 27. 7. 1960

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

"UNI"-Druck, München 13, Amalienstraße 85

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Literatur	2
1. Allgemeines	2
2. Art der Aufstallung	3
A. Tiefstall	3
a) der geschlossene Anbindestall	3
b) der geschlossene Laufstall	4
c) der offene Laufstall	4
B. Flachstall	4
a) der geschlossene Anbindestall mit Lang-Kurz- oder Mittellangständen	4
b) der offene Anbindestall	7
3. Stallbau	7
4. Stallklima	9
a) Stalltemperatur	10
b) Kohlendioxyd	10
c) Luftfeuchtigkeit	12
d) Licht	12
e) Lüftung und Abkühlungsgröße	13
III. Eigene Untersuchungen	15
1. Untersuchungsgebiet	15
2. Material und Technik	16
3. Stallhygienische Untersuchungen	20
a) Ställe aus Bimshohlsteinen	20
b) Ställe aus Backsteinen	22
c) Ställe aus Natursteinen	23
IV. Besprechung der Ergebnisse	25
V. Zusammenfassung	28
VI. Literaturverzeichnis	30
VII. Lebenslauf	36

ABKÜRZUNGEN

Deckenart:

HD	= Heraklitdecke mit Brettern
HG	= Hohlsteingewölbe
HE	= "Hemmerlein"-Decke
BG	= Bimssteingewölbe
BÖ	= Böhmisches Gewölbe
HS	= Hourdisdecke
BT	= Betondecke

Wandart:

HB	= Bimshohlblocksteine
BS	= Backsteine
SS	= Sandsteine
BR	= Bruchsteine

Bodenart:

H	= Holzboden
A	= hartgebrannte Backsteine
B	= Beton
S	= Steinitplatten
T	= Teerplatten

Sonstiges:

IF	= rel. Innenfeuchtigkeit in %
AF	= rel. Außenfeuchtigkeit in %
IT	= Innentemperatur in ^{o}C
AT	= Außentemperatur in ^{o}C
CO_2	= Kohlendioxydgehalt in Prozent
1.KB	= Erstbesamungsergebnisse in Prozent
R	= Anzahl der Rinder
P	= Anzahl der Pferde
S	= Anzahl der Schweine
GVE	= Großvieheinheit (500 kg Lebendgewicht)
m^3/GVE	= Raum pro Großvieheinheit in Kubikmeter
FF:BF	= Verhältnis von Gesamtfensterfläche : Bodenfläche
K	= Kondenswasser in Prozent der Ställe
J	= Jauchegruben in Prozent der Ställe
AS	= Abluftschächte in Prozent der Ställe

I. EINLEITUNG

Wir leben in einer Zeit, in der eine Intensivierung und Leistungssteigerung aller Produktionszweige angestrebt wird. Diese Vorgänge wirken sich in der Landwirtschaft dahingehend aus, daß für einen Großteil unserer Nutztiere aus Mangel an Weideflächen ausschließlich der Stall als Lebensraum verbleibt. Durch diese Verschlechterung ihrer Lebensbedingungen werden sie weit von ihrer natürlichen Lebensweise entfernt. Trotzdem sind die an sie gestellten Forderungen höher als je zuvor.

Die neuesten Erkenntnisse der Tierzucht und Tierernährung sind den Landwirten bereits zugängig gemacht worden, um eine einträglichere Nutzung der Tiere zu ermöglichen. Dies allein jedoch genügt nicht!

Wir stehen heute vor der Aufgabe, dem Haustier in seiner neuen Umwelt des geschlossenen Raumes die natürlichen Lebensbedingungen so weit wie möglich zu erhalten. Dazu zählen aber nicht allein Tierzucht und Tierernährung. In den letzten Jahren hat sich immer wieder gezeigt, daß die Stallhygiene ein wesentlicher Faktor der heutigen Tierhaltung ist, denn optimale Dauerleistungen sind nur unter optimalen Umweltverhältnissen möglich.

Zur Erforschung dieser Umweltverhältnisse wurde mir von Herrn Prof. Meyn, dem Vorstand des Tierhygienischen Institutes der Universität München, die Aufgabe gestellt, in Rinderstallungen des Landkreises Forchheim stallhygienische Untersuchungen anzustellen.

II. LITERATUR

1. Allgemeines

Seit der Zeit, da der Mensch begann, wildlebende Tiere zu zähmen und in seine Lebensgemeinschaft aufzunehmen, wurden diese Tiere mehr und mehr von ihrer natürlichen Lebensweise entfernt.

Einer der einschneidendsten Eingriffe des Menschen in das Leben dieser Tiere war die Unterbringung in Räumen. Ursprünglich diente die sogenannte "Domestizierung" dazu, daß die Tiere einmal in erreichbarer Nähe und zum anderen geschützt vor Raubtieren und räuberischen Menschen waren. Die Unterbringung wurde dann auch beibehalten, als ein Teil der vorbenannten Umstände nicht mehr eintreten konnte. So mußten die Haustiere, wie sie ja jetzt genannt wurden, in der späteren Zeit für eine genügende Dungerzeugung sorgen, damit ein günstigerer Ackerbau möglich war. Heute ist eine intensive Landwirtschaft wegen der Verschiebung des Grünlandanteiles zu Gunsten des Ackerbaues ohne Stallhaltung der Nutztiere nicht mehr möglich. Mit der Stallhaltung wurde den Haustieren eine Lebensweise aufgezwungen, die sie zwar vor den Unbilden der Witterung schützte, sie aber gleichzeitig in ihrer Reaktionslage auf äußere Umwelteinflüsse schwächte. So wird einmal dadurch die Bereitschaft zu Infektions- und Invasionskrankheiten stark erhöht und zum anderen stellt die Anhäufung von Tieren gleicher Art und damit gleicher Anfälligkeit für dieselben Krankheiten eine verstärkte Gefahrenquelle dar.

Sehr bedenklich wird die Stallhaltung der Tiere noch dadurch, daß sie auf diesem engen Raum ihr Futter aufnehmen, Kot und Harn absetzen, ihre Jungen gebären und großziehen und dabei ständig einer Luft ausgesetzt sind, die durch die Ausdünstungen von ihnen und durch Gärungsvorgänge des Mistes erwärmt und verschlechtert wird.

Derartige unerwünschte Folgen hat der Mensch inzwischen erkannt und versucht nun, die durch ihn selbst hervorgerufenen verschlechterten Umweltbedingungen der Haustiere durch Verbesserung der Umweltverhältnisse zu ändern. Darunter ist eine gezielte Beeinflussung des Stallbaues und des Stallklimas zu verstehen.

Da im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich von den Haustieren nur die Rinder betroffen werden, möchte ich mich bei den folgenden Ausführungen auf die Umweltbedingungen und Umweltverhältnisse dieser beschränken.

2. Art der Aufstallung

Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Möglichkeiten, Rinder in Stallungen unterzubringen, ergeben. Hierbei unterscheiden wir grundsätzlich zwei Gruppen, nämlich einmal die älteste Form der Aufstallung, den sogenannten Tiefstall und zum anderen den Flachstall, wobei der Hauptunterschied darin liegt, daß der Flachstall täglich ausgemistet wird und der Tiefstall nur etwa alle sechs Monate.

Beide Gruppen kann man wieder unterteilen:

A. Tiefstall

a) der geschlossene Anbindestall
b) der geschlossene Laufstall
c) der offene Laufstall

B. Flachstall

a) der geschlossene Anbindestall mit Lang-, Kurz- oder Mittellangständen
b) der offene Anbindestall

A. Tiefstall

a) der geschlossene Anbindestall

Vorteilhaft bei dieser Aufstallung ist, daß nur in größeren Zeitintervallen ausgemistet zu werden braucht und zudem ein hochwertiger Dünger geliefert wird.

Nachteilig wirkt sich die starke Verschmutzung der Tiere aus, denn die heute geforderte saubere Milchgewinnung läßt sich unter diesen Umständen kaum erreichen wie Roots-Haupt-Hartwigk (29) berichten.

Außerdem ist im Falle einer Seuchenbekämpfung der Stall überhaupt nicht zu desinfizieren.

Durch die ständig dicker werdende Dungschicht und dem damit verbundenen Ansteigen der Standplätze ist es notwendig, die Krippen der jeweiligen Höhe entsprechend anzubringen. Aus diesen Gründen ist der geschlossene Anbindestall als Tiefstall zu Gunsten des Flachstalles völlig verlassen worden.

b) der geschlossene Laufstall

Einige Nachteile, die mit der eben beschriebenen Aufstallungsweise verbunden sind, kann man im geschlossenen Laufstall vermeiden, denn es besteht die Möglichkeit, einen Melkstand zu errichten, der dem Pflegepersonal die Arbeit erleichtert und die Milchgewinnung reinlicher gestaltet. Auf Grund der Tatsache, daß pro Tier 6 - 8 m^2 Lauffläche und 8 - 12 kg Stroh pro Tag und Tier nach Roots-Haupt-Hartwigk vorhanden sein sollen und die Tiere, ähnlich wie bei der vorgenannten Aufstallungsart einer sich durch die körperlichen Ausdünstungen und Gärungsgase des Mistes verschlechternden Luft ausgesetzt sind, hat sich diese Methode in der Praxis nicht durchsetzen können.

c) der offene Laufstall

Im offenen Laufstall sind an Stelle von Türen große Öffnungen in den Wänden, oder eine Wand, meist die gegen Süden, ist völlig offen, so daß die Tiere ungehindert ins Freie gelangen können.

Dice (4) hat festgestellt, daß bei Milchkühen, die im Offenstall gehalten werden, eine bessere Verwertung des Rohproteins erreicht wird und die Milchleistung und der Milchfettgehalt ansteigen.

Auch Prof. Comberg konnte ein Steigen des Milchfettgehaltes beobachten, stellte aber dabei im Gegensatz zu Dice (4) ein leichtes Absinken der Milchleistung und einen Mehrverbrauch an Rohprotein fest. Im Laufe der Tuberkulosebekämpfung hat sich der offene Laufstall zur Jungtieraufzucht bestens bewährt, denn die Jungtiere kommen aus den zum Teil dunklen und muffigen Ställen heraus an die frische Luft, können sich frei bewegen und dadurch besser und gesünder entwickeln.

Aus all diesen Gründen hat sich der Offenstall in neuester Zeit stark verbreitet und dürfte, falls der notwendige Platz vorhanden ist, die geeignetste Aufstallungsart zur Jungtieraufzucht sein.

B. Flachstall

a) der geschlossene Anbindestall mit Lang-, Kurz- oder Mittellangständen

Die in Deutschland verbreitetste Methode der Aufstallung der Rinder ist die im geschlossenen Anbindestall als Flachstall. Die Tiere stehen immer reihenweise angeordnet in einer oder wenn es größere Ställe sind in mehreren Reihen parallel zu einer Wand.

Dadurch wird eine raumsparende und sehr übersichtliche Aufstallung erreicht. Der Stall soll zweimal täglich ausgemistet und die Rinder gut gepflegt werden. In kleineren Betrieben, vor allem mit alten Ställen, stehen sie meistens mit dem Kopf zur Wand. Deshalb muß das Futter an den Tieren vorbeigetragen werden und kommt daher leicht mit dem Mist in Berührung. Ferner atmen die Tiere gegen die Wand und können die verbrauchte Luft erneut aufnehmen.

Aus hygienischen und arbeitstechnischen Gründen ist eine solche Aufteilung des Stalles abzulehnen. Sind soviele Tiere im Stall, daß mehrere Reihen gebildet werden müssen, so stehen sie entweder in 2, 3 oder noch mehr Reihen. Bei zwei Reihen können die Tiere entweder mit den Köpfen zueinander stehen, so daß hinter ihnen jeweils der Mistgang und in der Mitte zwischen den Köpfen ein Futtergang ist, oder in der Mitte des Stalles ist der Mistgang und zwischen Köpfen und Wand liegt der Futtergang. Bei drei Reihen ist es meistens so, daß sich zwei Reihen mit den Köpfen gegenüber stehen und dazwischen ein Futtergang ist und die dritte mit den Hinterteilen zu ihnen gerichtet ist. Durch diese Anordnung sind ein Futter- und ein Mistgang zwischen den zwei Tierreihen und ein Futter- und ein Mistgang zwischen der dritten Tierreihe und der Wand. Falls vier Reihen vorhanden sind, bestehen wieder zwei Möglichkeiten: Einmal können die beiden mittleren Reihen mit den Köpfen zueinander stehen und die beiden äußeren mit den Köpfen zur Wand; hierbei sind nur zwei Mistgänge aber drei Futtergange nötig.

Die zweite Möglichkeit ist die, daß sich jeweils 2 Reihen rechts und links mit den Köpfen gegenüberstehen, folglich in der Mitte und jeweils außen Mistgänge nötig sind, aber nur zwei Futtergänge gebraucht werden. Bei dieser Aufstallungsart dürfen die Gänge nicht zu schmal gehalten werden.

Die älteste Form der Art des Standplatzes ist der sogenannte Langstand, bei dem sich Stand- und Liegeplatz auf einer Ebene mit dem dahinter liegenden Mistplatz befinden. Die Länge beträgt nach Roots-Haupt-Hartwigk (29) 2,80 - 3,20 m. Die Tiere können auf ihnen zwar bequem liegen und stehen, aber die Verschmutzung im Bereich des Hinterteiles, vor allem am Euter, ist so groß, daß die Forderung nach einer sauberen Milchgewinnung nicht erfüllt wird. Wie Roots-Haupt-Hartwigk (29) angeben, werden täglich 5 - 8 kg Stroh als Streu benötigt

und außerdem ist das Ausmisten bei dieser Anordnung erschwert. Der Langstand ist deshalb zu Gunsten des Kurz- oder Mittellangstandes verlassen worden und nur noch vereinzelt in rückständigen Betrieben anzutreffen.

Der Kurzstand ist eine andere Art der Aufstallung und hat sich vor allem in solchen Gegenden eingebürgert, in denen viel Weidebetrieb vorhanden ist und wenig Streu zur Verfügung steht. Seine Entwicklung erfolgte aus den sogenannten "Winterständen" holländischer Betriebe. Die Länge beträgt je nach Rinderrasse laut

Seilnacht (32)	1,50 - 1,75 m
Ober (21)	1,60 - 1,80 m.

Wie Jentsch (12) berichtet, liegt der Mistplatz hinter dem Stand etwa 8 - 16 cm tiefer und hat eine Breite von 60 - 80 cm. Bei dieser Aufstallungsart gehört die Krippe mit zum Liegeplatz und muß deshalb gleichhoch sein, da die Tiere sich nicht nur während der Fütterungszeit, sondern auch in der Ruhe mit ihren Köpfen über der Krippe befinden. Unentbehrlich ist dabei eine gute Anbindevorrichtung. Früher wurden die aus Südamerika stammenden starren Halsrahmen benutzt, während heute vor allem die Schweinsburger Aufstallung mit der Grabner Hängekette üblich ist. Die Sauberkeit im Stall ist leicht zu erreichen und eine einwandfreie Milchgewinnung gewährleistet.

Ein Nachteil des Kurzstandes besteht darin, daß er häufig Veranlassung zu Quetschungen des Euters gibt, da ja die Tiere beim Liegen oft mit den Hinterteilen über die Standkanten hinausragen. Auch können leider Scheiden und Gebärmittervorfälle leichter hervorgerufen werden, wie Kienle (14) in seiner Dissertation beschreibt.

Der Mittellangstand hat sich aus den beiden ersteren entwickelt, vereinigt in sich deren Vorteile und schließt die Nachteile weitgehend aus. Die Länge beträgt je nach Rasse nach

Ober (21)	1,90 - 2,25 m
Seilnacht (32)	1,95 - 2,30 m
Roots-Haupt-Hartwigk	2,10 - 2,30 m.

Die Kotplatte hinter dem Stand ist wie beim Kurzstand etwa 12 - 20 cm tiefer gelegen als der Liegeplatz und 60 - 80 cm breit.

Zwischen Liegeplatz und Krippe befindet sich meist ein verschließbares Freßgitter, welches außerhalb der Futterzeiten geschlossen werden kann. Dadurch müssen die Tiere soweit zurücktreten, daß sie den Stand ganz ausfüllen und der Kot und Harn auf die Kotplatte fällt. Neben der Sauberkeit wird ein geringer Strohverbrauch und ein rationelles Entmisten (Entmistungsanlage) erreicht.

Begreiflicherweise wird diese Art der Aufstallung heute von den meisten Betrieben als die zweckmäßigste Form angesehen und benutzt.

b) der offene Anbindestall

Der offene Anbindestall hat sich in der Praxis nicht bewährt, da die Tiere zwar gut mit Frischluft versorgt werden, aber ihnen gleichzeitig die Möglichkeit genommen wird, sich bei kalter Witterung unbehindert zu bewegen und die für sie notwendige Wärme zu erzeugen. So kann es sehr leicht zu Erfrierungen kommen, wie sie uns Ober (22) berichtet.

Ebenfalls muß das Pflegepersonal stark unter der Witterung leiden. Aus den geschilderten Gründen ist diese Aufstallung abzulehnen und dürfte sich auch in der Zukunft nicht durchsetzen.

3. Stallbau

Um an ein Stallklima gewisse hygienische Forderungen stellen zu können, müssen von dem umgebenden Massivstall einige Voraussetzungen erfüllt werden. Eine der Voraussetzungen ist eine Bauweise, die eine gute Wärmeisolation besitzt. Es ist nötig, daß man im Sommer die Hitze und im Winter die ärgste Kälte vom Stallinneren fernhält. Nach Ober (22) entspricht in einem milden bis mittleren Klima schon eine Backsteinwand von 38 cm diesen Anforderungen. Derartiges Material ist als Mittel der Wahl anzusehen. In neuerer Zeit haben sich auch die Bimshohlsteine gut bewährt. Dagegen wird das Holz, früher sehr oft benutzt, infolge seiner geringen Haltbarkeit und des teueren Preises nicht mehr zum Bau von Stallwänden verwandt. Bruchstein, das heißt Natursteine stellen zwar für die Bauern das billigste und haltbarste Material dar, sind aber wegen ihres schlechten Wärmeschutzes nach Jentsch (12) und Seilnacht (32) für Stallwände völlig ungeeignet.

In dieser Arbeit sind in der Hauptsache drei Baustoffe von Bedeutung und deshalb möchte ich aus einer Tabelle von Ober (22) einige Werte angeben.

Übersicht 1

Wärmetechnische Zahlen von Bau- und Dämmstoffen (nach Cammerer)

Es bedeuten:

R = Raumgewicht in kg/cbm
WL = Wärmeleitzahl in Kcal/mh°C
WZ = Wärmeschutztechnisch gleichwertige Ziegeldicke

Bau- bzw. Dämmstoff	R	WL	WZ
Dichte Natursteine (Granit, Basalt, Marmor)	2400 - 3000	3,00	0,23
Porige Natursteine (Sandstein, Muschelkalk usw.)	2200 - 2600	2,11	0,34
Kalkmörtel	1700 - 1750	0,75	0,91 - 1,5
Kalkzementmörtel	1750 - 1850	0,85	0,80
Zementmörtel	1900 - 2000	1,20	0,57
Leichtbetonhohlblockstein			
Mauerwerk	1000	0,38	1,79
Zweikammerstein	1200	0,42	1,62
	1400	0,48	1,41
Vollziegel		0,68	1,00

Je höher das Raumgewicht der Baustoffe, desto weniger Poren und Luft sind vorhanden und dementsprechend ist die Wärmeleitzahl größer. Außerdem können Baustoffe mit wenig oder keinen Poren schlecht Feuchtigkeit aufnehmen und dadurch nicht bei der Entlüftung mitwirken. Bei niedrigen Außentemperaturen kann die Kälte Natursteinwände sehr schnell durchdringen. An der Wandinnenfläche herrscht dann eine ähnlich kalte Temperatur wie im Freien, und bei der feuchten Stalluft ist der Taupunkt rasch erreicht und das Kondenswasser schlägt sich nieder.

Die Decke hat neben der tragenden Funktion noch teilweise für eine Entlüftung und eine gute Wärmeisolation zu sorgen.

Schreiber (30) stellte fest, daß sich Holzdecken und Decken aus Bimshohlkörpern sehr gut eignen. Betondecken sind abzulehnen, da sie zwar sehr haltbar, jedoch gute Wärmeleiter sind und das Kondenswasser sich leicht an ihnen bei kälteren Außentemperaturen niederschlägt.

Der Stallboden muß wasserundurchlässig, gut isoliert und fest genug sein, damit eine Beschädigung durch die Tiere verhindert wird. Die Oberfläche soll zwar leicht zu reinigen, andererseits nicht zu glatt sein, um ein Ausgleiten zu vermeiden. Hier war früher Holz häufig im Gebrauch, doch ist es meistens feucht, falls nicht gut imprägniert schlecht haltbar, und deshalb ebenso wie Natursteine, abzulehnen. Wie Roots-Haupt-Hartwigk (29) berichten, haben sich für die Liegeflächen der Tiere Materialien wie hartgebrannte Tonziegel und Estriche bewährt. Als Mindesthöhe für Rinderstallungen schwanken die Angaben zwischen

2,50 - 2,90 m nach Ober (21)
2,90 m nach Jentsch (12).

Man soll aber selbst in großen Ställen nach Jentsch (12) eine Höhe von 4,50 m nicht überschreiten, da sonst eine Erwärmung des Raumes bei kalter Witterung schlecht möglich ist.

Als Luftraum für Großvieheinheit bewegen sich die Angaben von Nusshag (24), Jentsch (12), Stietenroth (34) und Wagner (42) zwischen 15 - 20 m^3.

4. Stallklima

Unter Stallklima versteht Ober (22) alle Veränderungen der chemischen Zusammensetzung und des physikalischen Zustandes der Stalluft, wie wir sie in einem umschlossenen, von Tieren besetzten Raum unter Einbeziehung des Außenklimas und der physiologischen Vorgänge im Tierkörper vorfinden. Hinzu kommt der schon vorhin erwähnte Einfluß der Bauweise. Mit Hilfe der Bautechnik muß ein hygienisch einwandfreies Stallklima erreicht werden.

Bei den Menschen kann man mit Hilfe der befragten Personen feststellen, bei welchem Klima sie sich wohlfühlen. Wie Stietenroth (35) schreibt, ist diese sogenannte Behaglichkeitszone bei den Tieren nicht einwandfrei feststellbar, sondern man muß durch objektive Leistungsmessungen versuchen, die günstigsten Verhältnisse für unsere Haustiere herauszufinden.

a) Stalltemperatur

Über die günstigsten Stalltemperaturen bestehen geteilte Ansichten. Allgemein kann man feststellen, daß die früheren Autoren wie Stietenroth (1934) und Klimmer (1925) noch höhere Werte forderten, als in neuerer Zeit verlangt werden. Gemäß den natürlichen Gegebenheiten liegt die Stalltemperatur in Abhängigkeit von der jeweils herrschenden Außentemperatur stets um einige Grade höher, da eine ständige Wärmeerzeugung durch die Tiere stattfindet. Bedingt durch diese Abhängigkeit besitzen die folgenden Angaben nur relativen Wert.

Die einzelnen Autoren halten nachstehend genannte Temperaturen in Rinderstallungen für vorteilhaft.

Stietenroth (34)	10 - 20° C
Märker u. Schultze (37)	12 - 15° C
Dahmen (2)	15° C
Fuhrimann (10)	12 - 15° C
Klimmer (13)	12,5 - 17,5° C
Roots-Haupt-Hartwigk (29)	10 - 14° C
Stietenroth (35)	5 - 15° C

Wie Rolle (28) und Zorn (43) feststellen, darf aber die Temperatur nicht auf Kosten der Luftqualität auf einer festgesetzten Höhe gehalten werden, sondern eine gesunde, trockene und etwas kältere Luft ist auf jeden Fall gesünder als eine warme, feuchte und verbrauchte. Werte unter + 5° C oder gar unter 0° C sind abzulehnen, da einmal die Tiere bei reiner Stallhaltung sich nicht so schnell auf die meist plötzlichen tiefen Temperaturen umstellen können und zum anderen für das Stallpersonal zusätzliche Belastungen entstehen (Glatteis, zu kalte Arbeitstemperatur).

b) Kohlendioxyd

Die atmosphärische Luft hat eine sehr konstante Zusammensetzung von

78,03 % Stickstoff
20,99 % Sauerstoff
0,03 % Kohlendioxyd
0,94 % Edelgase .

wie Neon, Helium, Krypton, Xenon und Wasserstoff, ferner Ozon, Wasserstoffsuperoxyd, Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure. Örtlich

können gelegentlich noch Gase wie Chlor, Jod, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff und Kohlenmonoxyd vorkommen.

Stickstoff und die Edelgase, zusammen etwa 79 % verhalten sich dem menschlichen und tierischen Organismus gegenüber indifferent. Ihre hygienische Bedeutung liegt darin, daß sie den Sauerstoff auf eine für die Atmung geeignete Konzentration bringen. Bei der Atmung werden etwa 4,6 % Sauerstoff vom Hämoglobin in der Lunge gebunden und im Körper verbraucht, dagegen aber 4,2 % Kohlendioxyd ausgeschieden. Außerdem entsteht CO_2 noch bei Fäulnis und in Vulkanen. Nach Roots-Haupt-Hartwigk (29) wird Kohlendioxyd durch die Pflanzen mit Hilfe der Photosynthese verbraucht. Weiterhin wird CO_2 im Regenwasser zu Karbonaten und Bikarbonaten gebunden.

Eine große Bedeutung erhält das CO_2 dadurch, daß es 9/10 der von der Erde zurückgestrahlten Wärme absorbiert, wie auch Roots-Haupt-Hartwigk (29), Rolle (28) und Traub (38) berichten.

Die eben beschriebene Zusammensetzung der Luft wird aber in geschlossenen Räumen, vor allem wenn diese mit Tieren belegt sind, stark verändert - einmal durch den Verbrauch an Sauerstoff und die Bildung von Kohlendioxyd durch Atmung, Fäulnis- und Gärungsvorgänge und zum anderen durch Staubteilchen und Geruchsstoffe. Gesundheitsschädlich wird die Luft nach Roots-Haupt-Hartwigk (29) erst bei einer Kohlendioxydkonzentration ab 4 %. Derartige Luftverhältnisse sind äußerst selten (Viehtransporte in geschlossenen Waggons), da normalerweise in Ställen durch die immer vorhandenen Ritzen und Spalten ein gewisser Luftwechsel erfolgt. Pettenkofer (25) hat als erster eine gewisse Parallelität zwischen gefundenen CO_2-Werten und der Anreicherung der verbrauchten Luft mit Staub, Gerüchen und anderen gasförmigen Ausscheidungsstoffen nachgewiesen. Resultierend aus dieser Feststellung dient der CO_2-Gehalt der Stallluft u.a. bei Nusshag (24) und Roots-Haupt-Hartwigk (29) als Maßstab der Luftverschlechterung und als Grundlage für die Berechnung der Lüftung. Als Höchstmaße werden von Husshag (24) und Rolle (28) 0,2 %, von Roots-Haupt-Hartwigk (29) und Deutsch (3) 0,3 % CO_2 angesehen. Oft können diese Höchstmaße infolge der fehler- und mangelhaft gebauten Stallungen nicht eingehalten werden, wie Kienle (14) und Färber (6) beschreiben, die Mittelwerte von 0,48 bzw. 0,95 CO_2 fanden. Werte unter 0,15 % oder gar unter 0,1 % CO_2, wie sie den Anforderungen in der Humanmedizin entsprechen, dürften wegen der verschiedenartigen wärmetechnischen Grundlagen, ohne daß große Wärmeverluste auftreten, in Stallungen unerreichbar sein.

c) Luftfeuchtigkeit

Viele Autoren wie Cords-Parchim (1), Dahmen (2) Fuhrimann (10) u.a. beurteilen das Stallklima nicht so sehr nach dem CO_2-Gehalt, sondern geben der Luftfeuchtigkeitsmessung den Vorrang. Dies ist leicht verständlich, denn es ist oft bewiesen worden, daß Tiere in feuchter Luft viel anfälliger für Infektionskrankheiten sind, ferner schadet eine große Luftfeuchtigkeit allen Bauteilen des Stalles und setzt so dessen Lebensdauer und Rentabilität herab. Hinzu kommt noch, daß bei feuchter und warmer Luft leicht Wärmestauungen entstehen und dadurch ernsthafte körperliche Schäden auftreten können. Daher fordern

Klimmer (13)	40 - 70 %
Ober (22)	70 - 80 %
Roots-Haupt-Hartwigk (29)	75 - 80 %
Fuhrimann (10)	40 - 70 %
Rolle (28)	85 %

rel. Luftfeuchtigkeit bei einer Temperatur zwischen 12 - 17° C.

Solche Werte sind jedoch im Winter, wenn eine hohe rel. Luftfeuchtigkeit im Freien herrscht, kaum zu erreichen. Messungen von Rietzler (27), Frank (8), Färber (6), Münsterer (20) und Voit (40) haben sehr oft Werte von über 85 % rel. Luftfeuchtigkeit ergeben. Fickentscher (7) fand sogar viele Stallungen, die bis zu 97 % rel. Luftfeuchtigkeit enthielten.

d) Licht

Das Licht hat einen großen Einfluß auf das Wohlbefinden und Gedeihen unserer Haustiere. Vor allem ist es für die Jungtiere unentbehrlich, weil der Stoffwechsel angeregt und der ganze Organismus belebt wird. Die Versuche von Maynard-Goldberg und Miller (19) haben bewiesen, daß in den Schenkelknochen von nicht dem Sonnenlicht ausgesetzten Ferkeln 14,41 % Aschegehalt vorhanden ist im Gegensatz zu normal gehaltenen mit 18,28 %. Großteils ist der Einfluß des Lichtes nicht direkt meßbar. Nach Dahmen (2) stellt der erhöhte Stoffwechsel in hellen Stallungen mehr eine Folge der psychischen Wirkung des Lichtes dar. Roots-Haupt-Hartwigk (29) sagen: "Licht ist die Voraussetzung der Reinlichkeit und Reinlichkeit die Vorbedingung der Hygiene".

Das Licht im Stall wirkt ebenso auf das Pflegepersonal, welches angeregt wird, den Stall sauber und hygienisch zu halten. Die Wirkung des Lichtes auf die Bildung von Vitamin D ist bewiesen. Leider ist das normale Fensterglas für das wirksame kurzwellige Licht undurchlässig, Spezialglas jedoch zu kostspielig. Im Sommer werden großteils die Fenster entfernt, sodaß Licht und Luft ungehindert an die Tiere kommen können. Auf der einen Seite will man möglichst große Fensterflächen haben, andererseits bilden Fenster eine Quelle des Wärmeverlustes. So dürfte das günstigste Verhältnis von Gesamtfensterfläche zu Bodenfläche etwa wie folgt aussehen:

Nach

Roots-Haupt-Hartwigk (29)	1 : 20
Seilnacht (32)	1 : 20
Ober (23)	1 : 20
Klimmer (13)	1 : 15 - 20
Jentsch (12)	1 : 15 - 20
Wagner (42)	1 : 15 - 20

oder nach Ober (23) bei o,5 m^2 Fensterfläche pro GVE bzw. nach Jentsch (12) und Wagner (42) bei 0,33 m^2 pro GVE liegen.

Die Voraussetzungen für diese Maße sind aber nach Ramin (26) saubere Fenster, daß sie auch ins Freie gehen und die nächsten Gebäude auch weit genug entfernt stehen.

e) Lüftungs- und Abkühlungsgröße

Hygienisch gute Luftverhältnisse sind in den Ställen nur dann zu erreichen, wenn eine einwandfreie und ausreichende Lüftung vorhanden ist. Die natürliche Lüftung durch Spalten und Ritzen der Wände, Türen und Decke reicht normalerweise nicht aus. Die nach der CO_2 und Wasserdampfabgabe der Tiere berechnete nötige Lufterneuerung muß mit möglichst geringen Wärmeverlusten stattfinden und zugfrei sein. Als ausreichend wird betrachtet, wenn stündlich pro Großvieheinheit etwa nach

Klimmer (13)	45 - 70 cm^3
Roots-Haupt-Hartwigk (29)	80 - 90 cm^3
Ober (22)	100 cm^3

Frischluft zugeführt werden. Die nötige Lufterneuerung erreicht man mit einer Lüftungseinrichtung.

Bei den Lüftungsanlagen werden drei große Gruppen unterschieden, einmal die nach dem Wärmeprinzip funktionierende Schwerkraftlüftung, dann die Windkraftlüftung und ferner die Elektrolüftung als Druck- oder Sauglüfter mit Ventilator. Die gebräuchlichste Art aus der ersten Gruppe stellen einmal die Fenster und zum anderen der Abluftschacht dar, der folgenden Anforderungen nach Ober (22) entsprechen soll.

Schachthöhe über der Stalldecke = zweimal Stallhöhe
Schachtmündung 50 cm über Gebäudefirst
Schachtquerschnitt = Zuluftquerschnitt
Runde oder quadratische Querschnittsformen
Ausreichende Wärmedämmung der Schachtwände
Schachthöhe mindestens 8-faches Innenmaß
Senkrecht ohne Knick geführter Schacht
Freier Abströmquerschnitt am Schachtkopf
Vom Wind ungehemmte Frischluftzufuhr.

Es ist dabei zu beachten, daß Zuström- und Ausströmorte der Luft im Stall weit genug voneinander entfernt liegen, damit die nach dem Schwerkraftprinzip arbeitende Lüftung funktioniert und außerdem die Frischluft voll ausgenutzt wird. Als beste Lüftung bezeichnet Ober (22) den Abluftschacht mit Ventilator kombiniert, um im ganzen Jahr befriedigende Luftverhältnisse im Stall zu erreichen. Da beim Luftaustausch immer eine gewisse Luftbewegung vorhanden sein muß, hat man die Möglichkeit mit Hilfe des Katathermometers diese zu messen und daraus die Qualität der Lüftungseinrichtung zu beurteilen. Das Katathermometer beruht auf dem Prinzip, daß eine erwärmte Alkoholsäule in einem Glasrohr abhängig von der Stalltemperatur und Luftbewegung in einer zu messenden Zeitspanne von 38 auf 35 ^{o} C sinkt. Hieraus errechnet man die sogenannte Abkühlungsgröße (s.S. 19), die nach Fuhrimann (10) etwa 7,0 - 9,5 betragen soll. Diese Größen entsprechen einer Luftbewegung von 0,10 m/sek bis 0,16 m/sek bei einer Temperatur von 12 - 15 ^{o} C.

Dabei ist die Luftbewegung so bemessen, daß die Tiere sie nicht als Zug empfinden und doch mit Frischluft versorgt werden und der Körper Wärme und Feuchtigkeit abgeben kann, so daß die nötige Behaglichkeit vorhanden ist.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Untersuchungsgebiet

Der Landkreis Forchheim liegt an der Grenze zwischen Ober- und Mittelfranken und reicht bis in die westlichen Teile der Fränkischen Schweiz.

Ursprünglich war das Gebiet eine große, trogartige Senkung und von den begrenzenden festländischen gallischen und böhmischen Hochgebirgen lagerten sich unter mehrmaligen Einströmen und Wiederzurückweichen von Wasserfluten in seichten Meeren die Schichten des Rotliegenden, des Zechsteins und weiterhin der Trias ab. Trias, dem Mittelalter der Erde angehörend, bedeutet Dreiheit von Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper, die den Boden Frankens bilden. Für die Forchheimer Landschaft wiederum kommt im wesentlichen nur der Keuper in Betracht, der darunter sich hinziehende Muschelkalk und Buntsandstein treten hier nicht zutage.

Zuerst war das Gebiet von den Bandkeramikern besiedelt, die dann 2000 v.Chr. von dem Volk der Glockenbecherleute beherrscht wurden. 1200 - 800 v. Chr. kamen die Illyrer, 700 v. Chr. die Kelten und später die Germanen in das Land. Seit 358 sind die Franken, zu denen sich später noch wenige Slawen ansiedelten, der beherrschende Völkerstamm. Im frühen Mittelalter wurde Forchheim Karolingischer Königshof und kam später zum Bistum Bamberg, von wo es durch die Säkularisierung im Jahre 1803 an die Krone Bayerns fiel.

Heute findet man neben Industrie noch viel Landwirtschaft, überwiegend Klein- und Mittelbetriebe. Bei den größeren Betrieben finden wir das auch von Nusshag (24) beschriebene "Fränkische Gehöft". Die kleinen und sehr alten Bauernhäuser haben meistens die Form des "Einhauses", d.h. Wohnung, Stall und Vorratsraum sind unter einem Dach. Weidebetrieb gibt es fast nicht, und die Stallhaltung der Tiere dauert das ganze Jahr hindurch an.

Da das Untersuchungsgebiet zwischen Forchheim, Gößweinstein, Nürnberg und Erlangen in einer Höhe von 260 bis 420 m ü.d.M. liegt, habe ich die klimatischen Werte dieser Wetterstationen als Unterlagen benutzt. Die Jahrestemperatur beträgt im Mittel in Erlangen + 8,2 ^{o} C und in Gößweinstein 1 Grad weniger. Das Mittel der beiden Orte beträgt für

Monat	Erlangen	Gößweinstein
Januar	- 1,0° C	- 2,0° C
Februar	+ 0,2° C	- 0,8° C
März	+ 3,5° C	+ 2,4° C

Die rel. Luftfeuchtigkeit beträgt im Jahr durchschnittlich in Erlangen 66 %, in Nürnberg 65 %.

Das Wetteramt Nürnberg hat für die Monate Januar, Februar und März 1960 die Mittelwerte von 83, 80 und 77 % rel. Luftfeuchtigkeit bekommen.

Die Temperaturen betrugen in diesen Monaten - 0,9; + 0,2 und + 5,1° C.

Im Januar waren in Nürnberg 20 Frosttage mit der tiefsten Temperatur von - 20,8° C, im Februar - 16,4° C und im März - 5,2° C.

Als ich im Januar mit meinen Untersuchungen begann, waren also die Stallwände vorher etwa 14 Tage einer sehr kalten Außentemperatur von - 20° C ausgesetzt gewesen, was später bei der Auswertung meiner Ergebnisse zu berücksichtigen ist.

2. Material und Technik

In dreizehn Gemeinden des Landkreises Forchheim wurden von mir in der Zeit von Ende Januar bis Mitte März 1960 in hundert Rinderställen stallklimatische Untersuchungen durchgeführt. Dabei habe ich den CO_2-Gehalt, die rel. Luftfeuchtigkeit, die Temperatur und die Abkühlungsgröße in den Stallungen festgestellt. Während dieser Messungen machte ich Erhebungen über die Art der Aufstallung, des Stallbaues, das Material des Fußbodens, der Wände und der Decke, außerdem über die Stallgröße, das Verhältnis Gesamtfensterfläche zu Bodenfläche und die Anzahl der Rinder, Schweine und Pferde in diesen Stallungen. Ferner wurden die Lüftungsanlagen und die allgemeinen Stallverhältnisse vermerkt. Da bis auf vier Betriebe alle der künstlichen Besamung angeschlossen sind, konnte ich auch die Besamungsergebnisse der letzten vier bis sechs Jahre aus den Besamungsbüchern notieren und im weiteren an Hand einer tierärztlichen Kartei die in den gemessenen Stallungen vorkommenden Mastitiden der letzten Zeit erfassen. Die durch eine Erstbesamung trächtig gewordenen Rinder habe ich mit einer 2. Gruppe, den nachbesamten, in ein prozentuales Verhältnis gebracht. Die Mastitiden wurden so notiert, daß einmal die Colimastitiden getrennt und alle anderen vorkommenden Euterentzündungen zusammen

erfaßt wurden. Außer den Messungen in den Stallungen wurden noch die Außentemperatur und die rel. Luftfeuchtigkeit im Freien festgestellt und die Witterungsverhältnisse zum Zeitpunkt der Untersuchung vermerkt. Die stallklimatischen Messungen nahm ich immer in solchen Ställen vor, die noch nicht entmistet und gelüftet waren, bzw. zu einer solchen Zeit, da die Fütterung und Reinigung schon Stunden zurück lag. Ich achtete auch darauf, daß mit Beginn meiner Messungen oder kurz vorher keine Lüftung der Ställe mehr vorgenommen wurde, d.h. die Türen, Fenster und sonstige Lüftungsanlagen mußten so bleiben, wie ich sie vorfand. Ich möchte dies besonders betonen, weil einige Autoren wie Deutsch (3), Rietzler (27), Voit (40) diese wichtige Voraussetzung für eine ordnungsgemäße Beurteilung der Messung nicht erwähnen. Sehr oft mußte ich darauf dringen, daß der von mir vorgefundene Zustand der Stalluft nicht geändert wurde, denn viele Bauern waren sich bewußt, wie schlecht die Luft ihrer Ställe war und wollten schnell vorher den Stall lüften, um so ein günstigeres Ergebnis zu bekommen.

Die Messungen des Kohlendioxydgehaltes der Ställe führte ich mit dem Gasspürgerät Modell 19/31 der Draeger Werke, Lübeck durch. Dieses Gerät eignet sich nach den vergleichenden Untersuchungen von Voit (40) und Rietzler (27) ausgezeichnet zur Feststellung des Kohlendioxydgehaltes der Stalluft. Im Gegensatz zu obigen Autoren, die diese Messungen mit Prüfröhrchen durchführten, deren Meßbereich sich zwischen 0,5 - 5 % bewegte, benutzte ich solche, die von 0,1 - 1 % reichten. Wie ich später noch berichten werde, dürfte diese graduelle Einteilung für Stallmessungen die geeignetste sein. Das Gerät selbst besteht aus einem Gummibalg, welcher ein Ventil und eine mit einem Gummiring umgebene Öffnung besitzt. In diese Öffnung wird das entsprechende Meßröhrchen, in meinem Falle ein CO_2-Meßröhrchen 0,1/a, fest hineingesteckt, nachdem die beiden Spitzen desselben in einer dafür bestimmten Metallöse des Gerätes abgebrochen wurden. Der Gummibalg muß nun fest mit der Hand zusammengedrückt werden und dehnt sich dann von alleine aus, wobei 100 ccm Luft durch das Prüfröhrchen gesaugt werden. Damit der CO_2-Gehalt der Stalluft gleich in Prozent an dem Prüfröhrchen abgelesen werden kann, sind pro Röhrchen 5 Hubvorgänge nötig. Die Kohlendioxydprüfröhrchen 0,1/a sind spezifisch für Kohlendioxyd und zeigen keine Reaktion, also Violettfärbung, bei anderen im Stall vorhandenen Gasen. Sehr oft ist die Violettfärbung in den Röhrchen nicht ringförmig, sondern elliptisch, so daß z.B. auf der einen Seite die Färbung bis in den Bereich von 0,6 % reicht, auf der anderen aber nur bis 0,4 %. In diesen Fällen muß der Mit-

telwert genommen werden. Infolge der Zehnteleinteilung ist jede genauere Bestimmung, z.B. nach Hundertsteln, nur durch Schätzung möglich und entsprechend ungenau. In jedem Stall habe ich zwei Messungen durchgeführt, jeweils in Stallmitte hinter den Tieren stehend etwa 1 m über dem Boden und dicht unter der Decke. Aus den beiden gewonnenen Werten errechnete ich das Mittel und somit den durchschnittlichen CO_2-Gehalt des Stalles.

Die Luftfeuchtigkeitsmessungen nahm ich mit einem Lambrechtschen Polymeter in Stallmitte etwa 0,80 - 1,20 m über dem Boden vor. Das Polymeter enthält ein Quecksilberthermometer in ^{o} Celsius und ein Haarhygrometer. Dieses genügt wohl den gestellten Anforderungen, es ist aber zu beachten, daß sich die Haare des Gerätes mit der Zeit in ihrer Länge und Elastizität verändern. Deshalb ist es nötig, daß etwa alle 14 Tage das Hygrometer kontrolliert und falls nötig, neu eingestellt wird. Dabei umwickelt man das Hygrometer ca. 30 Minuten mit einem feuchten Tuch. Stellt sich der Zeiger auf der Skala dann nicht auf 95 - 96 % ein, muß zur Korrektur an einer vorgesehenen Stellschraube die richtige Zeigereinstellung erfolgen. Der schließlich abgelesene Skalenwert zeigt die rel. Luftfeuchtigkeit in % an.

Bei der Luftfeuchtigkeitsmessung ist es wichtig, daß das Gerät nicht an der kälteren Stallwand aufgehangen wird, denn bei hoher Luftfeuchte sind die Wände meist durch Kondenswasserbildung feucht oder gar naß, und zum anderen bekommt das Gerät, da es aus Metall und dementsprechend ein guter Wärmeleiter ist, eine falsche Temperatur von der Wand und zeigt unrichtige Ergebnisse an.

Außerdem muß ich unbedingt betonen, daß bei kalter Witterung das Polymeter vor dem Aufnängen im Stall ungefähr auf Stalltemperatur erwärmt wird. Diesen Hinweis habe ich bisher nirgends gefunden, halte ihn aber für unbedingt notwendig, denn wenn ein Meßgerät mit einer Temperatur um 0^{o} C oder gar einer noch niedrigeren in eine feuchtwarme Luft, wie sie ja die Stallluft darstellt, gebracht wird, findet sofort an diesem kühlen Gerät eine Kondenswasserbildung statt. Das Meßergebnis dieses Haarhygrometers ist folglich unrichtig. Würde das Instrument jetzt längere Zeit, eine oder gar eine halbe Stunde reichen kaum aus, in dieser feucht-warmen Luft hängen, so müßte bei dem folgenden Temperaturausgleich das Kondenswasser am Gerät verdunsten und der Meßwert wieder stimmen. Diese Fehlerquelle kann man aber leicht durch obigen Hinweis ausschalten.

Die Temperatur wurde mit dem am Polymeter befindlichen Quecksilberthermometer festgestellt. Beide Messungen, die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit sowie -temperatur, nahm ich an der gleichen Stelle im Stall vor.

Die Abkühlungsgröße wurde mit Hilfe des Katathermometers und einer Stoppuhr errechnet. Das Katathermometer ist ein Alkoholometer und besteht ganz aus Glas. Das Gerät ist eine dünne, etwa 15 cm lange Glasröhre mit verschiedenvolumigen kugeligen Enden. In dem unteren, größeren Ende des Katathermometers befindet sich der gefärbte Alkohol und wird nun zum Zwecke der Messung in einem Wasserbad von 50 - 80 ^{o} C erwärmt und steigt infolge seiner Ausdehnung in die obere Kugel. Ist die Kugel etwa zu einem Drittel gefüllt und sind in der Glasröhre und dem unteren Ende keine Luftblasen mehr vorhanden, wird das Gerät gründlich abgetrocknet und schwingungsfrei aufgehängt. In meinem Fall benutzte ich ein Photostativ als Aufhängevorrichtung und machte die Messung hinter den Tieren in etwa 0,60 m Höhe. Durch die erfolgende Abkühlung sinkt der Alkohol langsam aus dem oberen Ende durch die Röhre wieder nach unten.

Auf der Glasröhre sind 2 Markierungen in etwa 10 cm Abstand. Nun wird die Zeit gestoppt, die die Alkoholsäule benötigt, um von der oberen zur unteren Markierung zu gelangen. Dieses Absinken zwischen den beiden Marken bedeutet eine Abkühlung von 38 auf 35 ^{o} C. Um die sogenannte Abkünlungsgröße zu ermitteln, wird die Gerätekonstante, eine auf jedem Gerät eingeätzte Zahl, welche abhängig ist vom Material, durch die gefundene Sekundenzahl dividiert.

$$\text{Abkühlungsgröße} = \frac{\text{Gerätekonstante}}{\text{gestoppte Zeit (sek)}}.$$

Die Gerätekonstante des von mir benutzten Katathermometers betrug 423. Aus einer dem Katathermometer beigefügten Tabelle wird die Luftgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde entsprechend den gefundenen Werten für die Abkühlungsgröße und Temperatur abgelesen. Auch bei dieser Messung gibt es mehrere Fehlerquellen, die vorher auszuschalten sind. Unter anderen kann schon durch das Kommen und Gehen neugieriger Personen oder nur das Schwanzschlagen unruhiger Tiere - und dies besonders in kleinen dicht besetzten Stallungen - die Genauigkeit der Messungen in geringem Maße beeinträchtigt werden.

3. Stallhygienische Untersuchungen

Die Hundert von mir untersuchten Ställe wurden nach keinem besonderen Schema ausgesucht, lediglich habe ich mich bemüht, alle Arten in Bezug auf Stallbauweise und Größe zu erfassen. Es wurden besonders solche Betriebe in die Messungen einbezogen, in denen gerade Mastitiden aufgetreten waren. Bei den Stallungen handelt es sich ausschließlich um Klein- bis Mittelbetriebe. Die geringste Rinderzahl in einem Stall beträgt 2, die größte 32. Im Durchschnitt fand ich, umgerechnet in Großvieheinheiten, einen Wert von 8,8 GVE/pro Stall. Um einen gewissen Überblick über die untersuchten Ställe zu erreichen, habe ich sie, entsprechend der mir gestellten Aufgabe, nach ihrem Alter und ihrer Bauweise in drei Gruppen eingeteilt.

a) Ställe mit Bimshohlstein

Bei dieser Gruppe handelt es sich um 22 Ställe, deren Umfassungsmauern so gebaut sind, daß sie eine gute Wärmedämmung darstellen. Entweder waren es Wände aus Bimshohlsteinen, aus Bimshohlsteinen mit Backsteinen versetzt oder 45 - 50 cm dicke Backsteinmauern mit Luftzwischenschicht. Sämtliche Stallwände waren sowohl innen als auch außen verputzt. Alle Ställe sind nach 1940 neu gebaut oder umgebaut worden und haben den geschlossenen Anbindestall als Flachstall mit Mittellangständen. Als Lüftungseinrichtungen dienten einmal die Fenster und Türen, zum anderen hatten bis auf 8 Ställe einen, bzw. 3 Ställe sogar zwei Abluftschächte. Bei den "Hemmerleindecken" sind Luftzüge eingebaut, die bei der Ventilation mithelfen. Ein Stall, den ich später noch genauer beschreiben möchte, besitzt unter der Decke 2 Zuluftkanäle. In einigen Ställen finden sich Frischluftkanäle, die in Bodennähe in die Außenwand eintreten, bis unter das Fenster hochgeführt werden und hier in den Stall münden. Elektrolüftung ist mir bei keinem meiner 100 untersuchten Ställe begegnet.

Die Luftfeuchtigkeit bewegt sich zwischen 75 bis 94 %, das Mittel beträgt 87 % und liegt damit noch über den geforderten Werten von Rolle (28) mit 85 % rel. Luftfeuchtigkeit.

Die Temperaturen von 11 - 21 ^{o} C und der Mittelwert von 15,6 ^{o} C entsprechen in etwa den Forderungen, was bei den CO_2-Messungen nicht der Fall ist. Bei 9 Ställen nur fand ich Werte unter 0,35 %, während sogar in 5 Betrieben 0,5 % CO_2 gefunden wurden. Wo ich Werte über 0,45 % CO_2 fand, waren die Stallungen meist überbesetzt, und der Luftkubus pro GVE lag unter 15 m^3. Auch Deutsch (3) hat bei seinen

Untersuchungen die Feststellung gemacht, daß die CO_2-Werte in Abhängigkeit zum vorhandenen Raum pro GVE stehen.

Die von Nusshag (24), Jentsch (12), Stietenroth (34) und Wagner (42) geforderten 15 - 20 m^3 pro GVE sind bei den restlichen Stallungen vorhanden.

In 7 Fällen war eine Luftbewegung unter 0,1 m/sek festzustellen, während die restlichen Ergebnisse von 0,1 - 0,2 m/sek den Forderungen von Fuhrimann (10) entsprechen.

Die genauen Ergebnisse aller Ställe dieser Gruppe sind aus der Tabelle 1 ersichtlich.

2 Ställe dieser Gruppe möchte ich besonders erwähnen. Der Stall Nr. 1 dürfte, wie die gefundenen Ergebnisse zeigen, allen Forderungen gerecht werden. Die 89 % rel. Luftfeuchtigkeit sind zwar etwas hoch, aber die Außenluft war ebenfalls wegen des herrschenden Tauwetters sehr feucht und deshalb ist es unter natürlichen Verhältnissen nicht möglich, die Luftfeuchtigkeit im Stall sehr niedrig zu halten. Als sehr gut habe ich die vorgefundenen Lüftungseinrichtungen angesehen. Die verbrauchte wärmere Luft wird durch den sehr hohen und damit günstig gebauten Abluftschacht abgeleitet. Die Frischluftzufuhr geschieht einmal durch Kippfenster und zum anderen durch zwei unter der Decke angebrachte Zulunftkanäle. Jeder Kanal besteht aus kastenförmig angeordneten Holzbrettern, die von schlitzartigen Öffnungen durchsetzt sind und mit ihren Enden auf jeder Seite ins Freie ragen. Die Kanäle sind so unter der Decke angebracht, daß sie in der Hauptwindrichtung liegen. Wie ich mich mit Hilfe von Rauch überzeugen konnte, strömte die kalte Frischluft gut aus den Schlitzen heraus. Diese Luft muß sich nun an der vorhandenen wärmeren Stalluft erwärmen und gelangt dementsprechend vorgewärmt und zugfrei zu den Tieren. Neben der Sauglüftung, bei der die verbrauchte Luft durch Motorenkraft (Ventilator) aus dem Stall gesaugt wird, halte ich die oben beschriebene Lüftung für die Tiere am gesündesten.

Kurz bevor ich die Messungen im Stall Nr. 9 vornahm, hatten 3 Kühe gekalbt. Aus Angst vor Zug waren vom Bauern Fenster und Türen dicht verschlossen worden. So ergaben sich sehr ungünstige Luftverhältnisse von + 21° C, 0,57 % CO_2, die Abkühlungsgröße betrug 4,8 und die Luftgeschwindigkeit 0,079 m/sek. Die rel. Luftfeuchtigkeit von nur 85 % ist in diesem Falle sehr gut, da die Außenfeuchte ebenfalls 85 % betrug.

Ich kann mir diesen Zustand nur so erklären: der Stall wird normalerweise gut belüftet, aber die Lüftung ist im Augenblick wegen der geschilderten Umstände außer Betrieb. Die nun größere Luftfeuchtigkeit wird jetzt weitgehender als normalerweise von den Wänden aufgenommen, da diese aus einem sehr porigen Material bestenen und genügend dick sind (50 cm dicke Backsteinwände).

Leider ist der Betrieb in einer Straße derart eingeengt, daß eine Vergrößerung des Stalles und damit ein erträglicherer Luftraum als 9 m^3 pro GVE nicht möglich ist. Aus den gleichen Gründen ist eine Verbesserung des Fensterflächen - Bodenflächenverhältnisses nicht erreichbar, denn der Stall ist von hohen Gebäuden umgeben, so daß auch eine größere Fensterfläche ihren Zweck schlecht erfüllen würde.

b) Ställe aus Backstein

Die Gruppe umfaßt 35 Ställe, deren Wandstärke 1 1/2 Backsteine bzw. 38 cm ausmacht. Fast alle diese Ställe wurden zwischen 1900 und 1950 gebaut. Im Gegensatz zur Gruppe 1, wo ich fast ausschließlich günstige Ergebnisse bekommen habe, sind hier sowohl sehr gute als auch sehr schlechte stallklimatische Verhältnisse vorzufinden.
In 14 Ställen (40 %) ist kein Abluftschacht vorhanden. Zur Lüftung dienen nur die Fenster und Türen und sehr oft 8 - 15 cm im Durchmesser messende Tonröhren, die in der Wand unter der Decke angebracht sind und ins Freie führen. Bei den meisten Untersuchungen waren aber alle aufgezählten Lüftungsmöglichkeiten verschlossen oder verstopft, so daß die Tiere einer Luft ausgesetzt waren, die lediglich zu den Fütterungszeiten kurz durchventiliert wurde. Die Durchschnittswerte von 93 % rel. Luftfeuchtigkeit und 0,44 CO_2-Gehalt liegen weit über den geforderten Maßen. Im Mittel kamen auf jeden Stall 7,3 GVE und jeder GVE standen 16,2 m^3 Raum zur Verfügung. Das Fensterflächen-Bodenflächenverhältnis schwankt zwischen 1 : 10 bis 1 : 125, im Mittel beträgt es 1 : 40. Nur in 10 Fällen (29 %) waren Werte zwischen 1 : 10 bis 1 : 21 gegeben. In 18 Ställen war eine Holzbrücke vorhanden und in 8 davon noch die Jauchegrube darunter. So erklären sich zum Teil die sehr hohen Feuchtigkeitswerte. 19 Stallungen, das sind 54 %, haben Kondenswasser an den Wänden und den Decken und in 11 Fällen sind sogar die Tiere feucht.

Lediglich die Ställe Nr. 27, 29, 34, 38, 51, 55 und 56 weisen gute bis sehr gute stallklimatische Verhältnisse auf. Die 35 Ställe dieser Gruppe sind in der Tabelle 2 erfaßt und die einzelnen Werte daraus ersichtlich.

Der Stall Nr. 56 ist erwähnenswert, weil hier zwar der niedrigste von mir gemessene CO_2-Gehalt mit 0,17 % vorhanden war, gleichzeitig aber mit nur + 6° C auch die niedrigste Stalltemperatur herrschte. Die rel. Luftfeuchtigkeit betrug 87 % im Stall, das ist erklärlich, da die Außenfeuchte mit 84 % ebenfalls sehr hoch war. Die Lüftung erfolgte in diesem Stall durch den Abluftschacht, die 5 Fenster und die 3 Luftzüge in der Decke. Zusätzlich war eine 2 mal 2 m große Öffnung in die Futterkammer vorhanden. Von der Futterkammer in die Scheune stand die Verbindungstür offen. Ferner waren noch weitere 4 Türen im Stall.

c) Ställe aus Natursteinen

In der Gruppe III sind 45 Stallungen, deren Wände aus 25 - 45 cm starken Sandsteinen oder 38 - 70 cm dicken Bruchsteinen bestehen. Das Alter beträgt teilweise einige Hundert Jahre. Bis auf Stall Nr. 58, der Mittellangstände besaß, waren alle anderen noch mit den veralteren Langständen versehen. An künstlichen Lüftungseinrichtungen fand ich lediglich in 13 Ställen (31 %) Abluftschächte, die aber nur zum Teil in Betrieb waren. Die in vielen Stallungen vorhandenen Tonröhren in der Wand waren meist mit Stroh verstopft, so daß nur die Fenster und Türen zur Lüftung benutzt werden konnten, bei kalter Außenluft aber ebenfalls verschlossen blieben. So sind nur in 11 Fällen CO_2-Werte niedriger als 0,5 % und lediglich einmal 0,3 % vorhanden. Die niedrigste rel. Luftfeuchtigkeit beträgt 84 %, die höchste 99 %, im Schnitt liegt sie bei 94 %! 32 Ställe, das sind 76 %, haben noch eine Holzbrücke und bei 19 von diesen ist die Jauchegrube noch im Stall. Im Durchschnitt kamen auf jeden Stall 7,5 GVE und auf jede GVE 12,7 m^3 Luftraum. Das Fensterflächen-Bodenflächenverhältnis betrug bis 1 : 200 und im Durchschnitt 1 : 56. Die Temperaturen schwankten zwischen 14 und 22° C. In 31 Stallungen (74 %) war eine Kondenswasserbildung festzustellen und in 20 dieser Fälle waren die Tiere feucht. Lediglich im Stall Nr. 58 habe ich zufriedenstellende Verhältnisse gefunden. Es ist der einzige Stall, dessen

Mauern eine Stärke von 70 cm aufwiesen, der Mittellangstände besaß und dessen Luft einen CO_2-Gehalt von 0,30 % und eine rel. Feuchtigkeit von 87 % hatte. Allerdings ist das Fensterflächen-Bodenflächenverhältnis von 1 : 68 unzureichend. Bei 7 Tieren entfällt auf eine GVE ein Luftraum von 16 m^3. Der vorhandene Abluftschacht ist genügend hoch und isoliert, so daß er funktioniert. Die allgemeinen Stallverhältnisse sind ebenfalls als gut zu bezeichnen.

Im Gegensatz zu obigen stellt der Stall Nr. 61 das extremste Beispiel nach der schlechten Seite hin dar. Zur Zeit der Messung wurde gerade eine Kuh mit Colimastitis ohne Erfolg behandelt. Innerhalb von 2 Jahren ist es schon die 3. Erkrankung dieser Art im Stall. Der Bestand umfaßte 8 Rinder, wobei pro GVE 8 m^3 Luftraum zur Verfügung standen. Die Decke war ein Böhmisches Gewölbe und der Boden aus Holz mit darunter befindlicher Grube. Außer einem Rohr in der Wand mit 15 cm Durchmesser waren keine Lüftungseinrichtungen vorhanden. Bei einem Fensterflächen-Bodenflächenverhältnis von 1 : 130 kann man nicht mehr von Belichtung sprechen, zumal von den vorhandenen 3 Fenstern eines in die Waschküche mündete. Die Messungen ergaben unter der Decke 1,0 % und in etwa 1 m Höhe 0,90 % CO_2, eine Temperatur von 20 ^{o} C und 99 % rel. Luftfeuchtigkeit. Das Kondenswasser rieselte von den Wänden und der Decke, und die Tiere waren richtiggehend naß. Eine Luftbewegung von 0,046 m/sek stellt fast den niedrigsten meßbaren Wert dar. Wie Tiere in einer solchen Luft noch Leistungen vollbringen, ist fast unverständlich.

Vier Tiere des Bestandes werden allerdings noch als Anspannvieh benutzt und haben so die Möglichkeit, ab und zu für kurze Zeit diesen Verhältnissen zu entkommen. Die genauen Werte dieser Gruppe sind aus der Tabelle 3 zu entnehmen.

Bei meinen Messungen fand ich einen Stall, dessen Wände aus Fachwerk bestanden. Obwohl der Stall nicht gelüftet und keinerlei Lüftungseinrichtungen vorhanden waren und sich die Jauchegrube im Stall unter dem Holzboden befand, fiel mir eine nicht vermutete Trockenheit auf. Wie nicht anders zu erwarten, betrug der CO_2-Gehalt 0,75 %, die Temperatur 23 ^{o} C und die Luftgeschwindigkeit 0,084 m/sek. Dagegen lag die relative Luftfeuchtigkeit von 88 % unter den bisher bei ähnlichen Verhältnissen gefundenen Werten. Der Stall von 40 m^3 Inhalt war mit 5 Rindern belegt. Das Fensterflächen-Bodenflächenverhältnis betrug 1 : 53. Die Decke bestand aus Holzbohlen, die mit Stroh und Heu abgedeckt waren. Da die-

ser Stall stark überbelegt und nicht gelüftet war, ein Holzboden mit Grube sich ungünstig auf die Luftbeschaffenheit auswirkt, möchte ich die für diese Verhältnisse guten 88 % rel. Luftfeuchtigkeit den Baustoffen zuschreiben. Leider ist es mir nicht gelungen, weitere Fachwerkställe mit Holzdecken zu finden, so daß mir keine ähnlichen Unterlagen zur Verfügung stehen.

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Die gefundenen Maße für die einzelnen Komponenten des Stallklimas zeigen einen direkten Zusammenhang auf. So ist in Ställen mit Temperaturen über 15 ° C die rel. Luftfeuchtigkeit über 85 %, und je höher die Temperatur lag, desto größer war der CO_2-Gehalt. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß bis auf einen Fall alle anderen, bei denen noch die Jauchegrube im Stall ist, die rel. Luftfeuchtigkeit 95 - 99 % beträgt. Gleichzeitig liegen die CO_2-Werte weit über dem Durchschnitt. Je höher der CO_2-Gehalt, desto schlechter sind die Lüftungseinrichtungen die bei den schlechtesten Stallungen ganz fehlen. Deshalb ist die geringe Luftbewegung gerade bei den Ställen der Gruppe III leicht verständlich. Oft ist die Ursache für die schlechte Luft darin zu suchen, daß das Stallpersonal das Stallklima nur nach der Temperatur beurteilt. Im Winter pflegen noch sehr viele Bauern einen Teil der Winterarbeit wie das Körbeflechten, Besenbinden usw. im Stall auszuführen. Sinkt die Stalltemperatur unter 17 ° C, so wird er dem Menschen zu kühl und sämtliche Lüftungsanlagen werden geschlossen und dadurch, gerade bei kalter Witterung, die warme verbrauchte Luft im Stall gelassen. Eine gesunde Luft ist unter diesen Umständen nicht zu erreichen, denn bei der teils schlechten Bauweise der Ställe, geht soviel Wärme durch die Wände verloren, daß die Temperatur nur unter Verzicht auf eine ordentliche Lüftung über + 10 ° C gehalten werden kann. Würden die Wände besser isoliert und wäre für eine Lüftung gesorgt, die relativ wenig Wärme entzieht, verschwänden die Mängel sehr schnell. Trotz teilweise vorhandener Abluftschächte war die Luft in den Ställen der Gruppe III schlecht. Hier liegt der Fehler einmal an den zum Teil noch vorhandenen Jauchegruben im Stall und zum anderen an den zu dünnen Natursteinwänden. Dies ist so zu erklären: die Natursteinwände besitzen eine schlechte Wärmedämmung, und bei kalter Außentemperatur ist das Gefälle von Stall- zu Außentemperatur sehr

hoch, und der Ausgleich wird durch die mangelhafte Wärmedämmung erleichtert und viel Wärme abgeleitet. Die Wandinnenflächen sind dann sehr kalt, und die Kondenswasserbildung wird gefördert. Hinzu kommt noch die Tatsache, daß Natursteine wenig Poren und damit Luft enthalten und dadurch nicht die Fähigkeit besitzen, wie Backsteine und Bimshohlsteine, Feuchtigkeit aufzunehmen und zur Verbesserung des Stallklimas beizutragen.

Aus der Übersicht 1 auf Seite 8 ist ersichtlich, daß Natursteinwände mindestens 3 - 4 mal so dick sein müßten wie Backsteinwände. Sieht man eine 38 cm starke Backsteinwand als genügend dick an, müßte die Natursteinwand, um die gleiche Wärmedämmung zu besitzen, etwa 1,10 - 1,60 m stark sein. Bei keinem meiner untersuchten Ställe waren solche dicken Mauern vorhanden. Lediglich im Stall Nr. 58 waren die Wände 70 cm dick und die Werte auch entsprechend besser. Die vorgefundenen feuchten Holzböden wirkten sich ebenfalls nachteilig auf die Luftbeschaffenheit aus. Je weniger Raum dem einzelnen Tier zur Verfügung stand, desto schlechter waren die Luftverhältnisse, denn gerade in solchen Ställen wäre ein erhöhter Luftwechsel nötig, um ein entsprechendes Stallklima zu bekommen.

Bei einem Vergleich der Ställe mit 20 und mehr m^3/GVE mit solchen, die 10 und weniger m^3/GVE hatten, konnte ich einen durchschnittlichen Wert von 0,36 % CO_2 bei der ersten und 0,58 % CO_2 bei der zweiten Art feststellen. Von Anfang an war zu erwarten, daß die Ergebnisse der Gruppe I besser ausfallen mußten als die der Gruppe III. Was brachten nun die Messungen?

In der Tabelle 4 sind jeweils die Durchschnittswerte der 3 Gruppen zusammengestellt. Dabei zeigt sich, daß sogar eine Regelmäßigkeit in der Abstufung von Gruppe I bis Gruppe III für alle Werte vorliegt. Sicher sind einzelne Ställe der Gruppe II, z.B. Stall Nr. 51 und 55 besser als einige in der Gruppe I, aber der Durchschnitt zeigt, welche Bauweise und Baustoffe günstigere Ergebnisse aufweisen und folglich selbst 38 cm dicke Backsteinmauern den Anforderungen in wärmetechnischer Hinsicht nicht ganz gerecht zu werden scheinen.

Natursteine als Baumaterial für Wände sind auf Grund meiner Feststellungen nicht zu empfehlen.

Sehr interessant ist, daß sogar die Besamungsergebnisse in das gefundene Schema passen.

Auch Schreiber (30) berichtet:

"Das Fortpflanzungsgeschehen stellt den empfindlichsten Indikator für die Reaktion des Tieres auf seine Umwelt dar. Da nun die Sterilität ätiologisch ein komplexes Gebiet darstellt, bestehend aus Vererbung-Fütterung-Haltung-Paarung-übertragbaren Störungen und nicht übertragbaren Störungen, müssen wir, wenn wir eine kausale Therapie betreiben wollen, einen Faktor nach dem anderen herausgreifen, um feststellen zu können, in welcher Weise er die Funktion des Genitalapparates zu beeinflussen imstande ist."

Bei seinen Untersuchungen stellte er die geringsten Fruchtbarkeitsstörungen bei einer rel. Luftfeuchtigkeit von 71 - 75 %, bei einem Fensterflächen-Bodenflächenverhältnis von 1 : 20 und bei möglichst großem m^3/GVE fest. Meine Ergebnisse bestätigten oben Erwähntes auch, was ja ebenfalls von Goldinger (11) und Fickentscher (7) vertreten wird. Innerhalb der Gruppe I habe ich alle Ställe, bei denen in den letzten Jahren Euterentzündungen aufgetreten sind, den restlichen gegenüber gestellt. Dabei sind krasse Unterschiede offenkundig, wie aus der Tabelle 5 ersichtlich ist. Die Messungen ergeben also, daß ein direkter Zusammenhang zwischen Krankheit und stallklimatischen Verhältnissen vorhanden ist, wobei natürlich meine Feststellungen nur einen Faktor aus dem Komplex der krankheitsfördernden Momente betreffen.

TABELLE 4

Vergleichende Durchschnittswerte der 3 Stallgruppen

a) Gruppe I, Ställe aus Bimshohlsteinen
b) Gruppe II, Ställe aus Backsteinen
c) Gruppe III, Ställe aus Natursteinen

	IF	AF	IT	AT	CO_2	1. Kb R	GVE	m^3/GVE	FF:BF	K	J	AS	H
a)	87	79	15,8	3,7	0,38	58	11,7	11	17,0	1:24	-	-	64	31,7
b)	93	82	16,6	5,7	0,44	54	8,0	7,3	16,2	1:40	54	23	60	51,3
c)	94	79	17,9	4,7	0,56	49	8,0	7,5	12,7	1:56	74	45	31	76,0

TABELLE 5

Vergleichende Durchschnittswerte innerhalb der Gruppe I von Ställen mit Mastitiden mit denen ohne Mastitiden

a) 11 Ställe mit Mastitiden
b) 11 Ställe ohne Mastitiden

	IF	IT	CO_2	1. Kb	m^3/GVE	FF:BF
a)	88,4	16,7	0,45	56	14,2	1 : 29
b)	86,8	15,0	0,32	60	19,7	1 : 20

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. Im Landkreis Forchheim, am Rande der Fränkischen Schweiz, wurden in 100 Rinderställen stallhygienische Untersuchungen vorgenommen.

2. Das Untersuchungsgebiet wurde beschrieben und kurz auf die Besiedlung, das Klima und die geologische Struktur eingegangen.

3. Gemessen wurden die relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur im Stall und im Freien, der CO_2-Gehalt der Stalluft 1 m über dem Boden und unter der Decke und die Abkühlungsgröße.

4. Statistisch wurden ferner noch die Bauweise, die Baustoffe, Größe, Belichtung und Lüftung der Ställe und an Hand von Stallkarten und einer tierärztlichen Kartei die Besamungsergebnisse und die in den letzten Jahren vorkommende Anzahl der Mastitiden erfaßt.

5. Die untersuchten Ställe unterteilte ich nach ihren Baustoffen in drei Gruppen, verglich anschließend deren Mittelwerte miteinander, um so meine Arbeit übersichtlich gestalten zu können.

6. Die in den 22 Ställen der Gruppe I mit Wänden aus Bimshohlstein oder mindestens 45 cm dicken Backsteinwänden gefundenen Werte sind als zufriedenstellend zu betrachten und entsprechen den Forderungen an ein gesundes Stallklima.

7. In der Gruppe II sind 35 Ställe erfaßt, die 38 cm starke Backsteinwände besitzen. Nur in 6 dieser Betriebe (17 %) sind die Untersuchungsergebnisse zufriedenstellend.

8. In die Gruppe III sind alle Ställe mit Natursteinwänden eingeordnet Lediglich in 1 der 42 Ställe dieser Gruppe waren gute hygienische Verhältnisse vorzufinden. Bei den restlichen 41 Ställen traten teilweise katastrophale stallklimatische Verhältnisse zutage. So waren in 29 % der Betriebe CO_2-Werte zwischen 0,70 und 1,00 % vorhanden und nur 20 % der Ställe waren ohne Kondenswasser.

9. Der Beweis einer Abhängigkeit zwischen Luftkubus pro Großvieheinheit und Kohlendioxydgehalt wurde erbracht und die Zusammenhänge zwischen Jauchegrube im Stall, absoluter Luftfeuchtigkeit, Kondenswasserbildung und Baustoffen aufgezeigt.

10. Der Vergleich der Mittelwerte der 3 Gruppen in Tabelle 4 läßt erkennen, wie stark sich die Baustoffe auf das Stallklima auswirken.

11. Der Zusammenhang zwischen Krankheit und Stallklima wurde dokumentiert. Ein schlechtes Stallklima drückte sich in schlechteren Besamungsergebnissen aus, und Vergleiche innerhalb der Gruppe I in Tabelle 5 beweisen, daß die Ställe, in denen Mastitiden aufgetreten waren, ein unbefriedigenderes Niveau zeigten als die mastitidenfreien.

12. Auf Grund meiner Ergebnisse bin ich der Meinung, daß eine wärmetechnisch gute Bauweise der Ställe aus Bimshohlsteinen oder mindestens 45 cm dicken Backsteinwänden zu empfehlen ist, Natursteine für Stallwände ungeeignet und Holzbohlen oder -balken nicht als Bodenbelag zu verwenden sind und Jauchegruben nicht in den Stall gehören.

    Außerdem soll möglichst ein Fensterflächen-Bodenflächenverhältnis von 1 : 20, ein Luftkubus von 15 - 20 m^3/GVE, eine Temperatur von 8 - 15° C, eine Luftgeschwindigkeit von 0,1 - 0,2 m/sek und eine Abkühlungsgröße von 7,0 - 9,5 vorhanden sein.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Cords-Parchim — Der gesunde Stall
Verlag des Druckhauses Tempelhof Berlin 1947

2. Dahmen — Lehrbuch der Veterinärhygiene
Verlag Paul Parey Berlin 1941

3. Deutsch — Untersuchungen über den Einfluß der Bauart der Stallungen und die Prüfung des Stallbetriebes auf die Beschaffenheit der Stalluft. Diss. München 1928

4. Dice — Der Einfluß der Stalltemperatur auf die Leistung und den Futterbedarf der Milchkühe. Zchtkde. 15, H. 10 (1940)

5. Dinkhauser — Der zweckmäßige Rindviehstall.
Zchtgkd. (1928) 26

6. Färber — Viehhaltung und Stallverhältnisse im bayerischen Wald.
Diss. München 1951

7. Fickentscher — Stallklimatische Untersuchungen im Landkreis Wundsiedel.
Diss. München 1959

8. Frank — Untersuchungen der Stalluft und Lüftungseinrichtungen in Stallungen des Landkreises Kulmbach.
Diss. München 1951

9. Flügge — Grundriß der Hygiene.
Springer-Verlag Berlin 1940

10. Fuhrimann — Beitrag zur Bestimmung des Stallklimas. (Versuche mit dem Katathermometer in Rinderstallungen). Diss. Zürich 1944

11. Goldinger — Untersuchungen von Rinder- und Schweinestallungen im Sinne der praktischen Stallkontrolle. (Ein Beitrag zur Frage der Zusammenhänge zwischen Stall und Krankheit.) Diss. Zürich 1935

12. Jentsch — Stallbauten in Tierheilunde und Tierzucht Stang und Wirth IX, 521 - 564

13. Klimmer — Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Nutztiere. Verlag Paul Parey Berlin 1925

14. Kienle — Stallklimatische Untersuchungen in Rinder- und Schweinestallungen des Landkreises Landau a.d.Isar. Diss. München 1959

15. Kupfer — Forchheims Geschichte. Frankenverlag Lorenz Spindler, Nürnberg 1960

16. Lehmeyer — Untersuchungen über den CO_2- und Wasserdampfgehalt der Stalluft. Diss. München 1927

17. Lott — Über die Bedeutung der Hygiene bei der Entstehung von Euterentzündungen. Diss. München 1954

18. Meißner — Der Einfluß der Ventilation auf die Stalluft. Zchtkd. 6, H 5 (1931)

19. Maynard-Goldberg-Miller — Der Einfluß des Sonnenlichtes auf die Knochenbildung der Schweine. Zchtkd. 2, H 6 (1927)

20. Münsterer — Untersuchungen über Lüftungsverhältnisse in Rinder- und Schweinestallungen. Diss. München 1953

21. Ober — Der Rindviehstall. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1957

22. Ober — Gesundes Stallklima. Bayerischer Landwirtschaftsverlag Bonn, München und Wien 1957

23. Ober — Stallbelichtung und Stallfenster. Bayerischer Landwirtschaftsverlag Bonn, München und Wien 1954

24. Nusshag — Hygiene der Haustiere. Hirzel Verlag Leipzig 1957

25. Pettenkofer — Fragen über die Ventilation, zitiert nach Dahmen

26. Ramin — Untersuchungen über den CO_2-Gehalt der Luft und über Lichtmengen in Rinderstallungen sowie ihre Beziehungen zu vorkommenden Infektionskrankheiten. Diss. Berlin 1936

27. Rietzler — Vergleichende Kohlensäure-Messungen nach Pettenkofer und mit dem Draegerschen Gasspürgerät. Diss. München 1958

28. Rolle — Veterinärhygiene, vervielfältigtes Manuskript München 1949

29. Roots - Haupt - Hartwigk — Veterinärhygiene Verlag Paul Parey Berlin 1955

30. Schreiber — Untersuchungen über den Einfluß der Stallverhältnisse auf das Fortpflanzungsgeschehen der Rinder. Zchtkd. Bd. 24, 3 (1953)

31. Seltmann — Stallhygiene im Allgäu
Diss. München 1955

32. Seilnacht — Das Bauen in der Landwirtschaft.
Mayer Verlag Revensburg 1950

33. Siebold und Prahl — Stallbau im Bauernbetrieb
Verlag Paul Parey Berlin 1938

34. Stietenroth — Hygienische und wärmewirtschaftliche Forderungen beim Stallbau und Stallbetrieb.
Landwirtschaftl. Jahrbuch 79 (1934)

35. Stietenroth - Kulke - Carl — Offenstall und Stallklima.
Verlag M.u.H. Schaper Hannover 1957

36 Süpfle und Hoffmann — Hygienische Untersuchungen über die Beschaffenheit der Luft in Güllestallungen des Allgäus und der Schweiz.
Südd. Landw. Tierz. 51. (1928)

37. Märker und Schulze — Über den CO_2-Gehalt der Stalluft und den Luftwechsel der Stallungen.
Journal für Landw. 1870

38. Traub — Hygienische Untersuchungen in Tierställen unter besonderer Berücksichtigung der Stalluft.
Z. f. Infekt.Krankh. 44 - 45 (1933-34)

39. ..... — Unterlagen der Wetterämter
München und Nürnberg

40. Voit — Vergleichende Kohlensäure- und Luftfeuchtigkeitsmessungen in Rinderstallungen des Landkreises Miesbach.
Diss. München 1953

41. Weiss — Stallhygienische Verhältnisse während des Sommers in Betrieben ohne Weidegang, Bez. Fürstenfeldbruck. Diss. München 1953

42. Wagner — Stallhygiene Stang und Wirth IX, 564 - 584

43. Zorn — Stallverbesserung und Stallneubau Ulmer Verlag Stuttgart 1953

44. Zwicky — Zusammenhänge zwischen Stall und Krankheit. Schweiz. landw. Monatsh., 12, Heft 3, (1935)

Abschließend möchte ich nicht versäumen, Herrn Professor Dr. Meyn meinen verbindlichsten Dank für die Überlassung des Themas auszusprechen.

Gleichfalls möchte ich Herrn Priv. Dozent Dr. Kalich für die jederzeit freundlichst gewährte Unterstützung danken.

VII. LEBENSLAUF

Am 28. September 1934 wurde ich, Ehrhard Reich, als Sohn des Schneidermeisters August Reich und seiner Ehefrau Rosalie, geb. Walper, in Eisenach geboren. Nach acht Jahren Volksschule und vier Jahren Oberschule legte ich im Jahre 1953 in Eisenach die Reifeprüfung ab.

1953 begann ich mein Studium der Veterinärmedizin an der Justus Liebig Universität Gießen. Im Anschluß an die Tierärztliche Prüfung in Gießen absolvierte ich meine Praktikantenzeit und bekam im Februar 1959 meine Approbation als Tierarzt zuerkannt.

TABELLE 1

Stall-Nr.	Tag der Untersuchung 1960	Rinder	Pferde	Schweine	Großvieheinheiten	m^3/GVE	Inhalt des Stalles in cbm	Bodenfläche des Stalles in qm	Gesamtfensterfläche in qm	Anzahl d. Fenster	Fensterfläche / Verh. Bodenfläche	Deckenart	Wandart	Wandstärke in cm	Bodenart	Grube im Stall	Höhe des Abluftschachtes in m	Querschnitt des Abluftschachtes	Isolation d. Abl. sch.	sonst. Lüftung	Türen	Decke feucht	Wand feucht	Tiere feucht	Innenfeuchte in % rel.	Außenfeuchte in %	Innentemp. in °C	Außentemp. in °C	Abkühlungsgröße	Luftbewegung m/sek.	CO_2 unter der Decke	CO_2 in 1 m Höhe	1. KB	Colimastitiden	sonst. Mastitiden	Stallverhältnisse 1-5
1	23.1.	32	-	-	26	17	446	165	23,8	11	1 : 7	HG	BS	45	S	-	15	0,42	+	+	4	-	-	-	89	87	15	+4	7,1	0,114	0,30	0,20	56	-	-	1
2	23.1.	9	-	-	8	21	166	66	13.2	7	1 : 5	HE	HB	30	B	-	-	-	-	+	4	-	-	-	90	85	15	+5	7,5	0,139	0,30	0,25	87	-	-	2
3	24.1.	12	-	-	8	24	195	72	4,08	4	1 :18	HE	HB	30	S	-	7	0,25	+	+	4	-	-	-	85	81	15	+4	7,4	0,129	0,35	0,30	70	-	-	2
4	22.2.	9	-	-	7	24	160	64	2,1	5	1 :31	HE	HB	30	S	-	8	0,12	+	+	6	-	-	-	91	81	16	0	6,5	0,087	0,45	0,45	30	-	-	3
5	25.2.	9	-	-	8	15	126	47	2,5	5	1 :19	HD	HB	40	H	-	-	-	-	-	2	-	-	-	92	85	16	+3	6,5	0,080	0,60	0,55	42	-	2	3
6	26.2.	18	-	-	16	19	300	120	4,2	12	1 :28	HG	HB	50	S	-	8x	0,04	+	-	4	-	-	-	93	95	17	+5	6,4	0,103	0,55	0,45	62	1	2	2
7	26.2.	9	-	-	8	11	93	41	1,0	5	1 :40	HS	BS	45	H	-	8	0,12	+	-	3	-	-	-	88	87	18	+6	6,0	0,097	0,55	0,50	71	-	1	2
8	4.3.	14	-	-	13	12	156	65	0,9	5	1 :72	HS	BS	43	H	-	-	-	-	+	3	-	-	-	89	93	18	+8	7,1	0,211	0,40	0,30	52	1	3	3
9	1.3.	12	-	-	11	9	97	42	0,9	6	1 :40	BG	BS	50	S	-	8	0,25	-	-	2	-	-	-	85	85	21	+7	4,8	0,079	0,60	0,55	46	-	1	3
10	2.3.	12	-	-	12	15	172	66	5,6	7	1 :12	HD	BS	45	S	-	8x	0,16	+	+	3	-	-	-	75	68	15	+6	8,6	0,251	0,35	0,25	27	-	-	1
11	2.3.	9	-	-	7	24	172	72	4,32	8	1 :17	HE	BS	45	S	-	-	-	-	+	3	-	-	-	89	65	18	+9	5,9	0,091	0,45	0,35	40	-	-	3
12	3.3.	9	1	-	8	23	180	72	2,7	5	1 :26	HG	BS	45	B	-	8x	0,09	+	+	3	-	-	-	94	90	18	+8	5,7	0,072	0,45	0,40	81	1	-	2
13	3.3.	10	-	-	8	23	180	72	4,9	7	1 :15	HO	BS	45	H	-	8	0,15	+	-	3	-	-	-	81	90	17	+8	7,3	0,188	0,25	0,20	61	-	-	2
14	3.3.	11	-	-	11	14	158	66	7,2	6	1 : 9	HE	HB	30	S	-	-	-	-	+	4	-	-	-	90	63	17	+8	7,1	0,165	0,45	0,35	37	-	1	3
15	5.3.	9	-	-	9	18	162	60	4,8	4	1 :13	BT	BS	45	H	-	7	0,25	-	-	5	-	-	-	92	80	15	+7	7,4	0,133	0,35	0,25	69	-	-	1
16	7.3.	14	-	1	14	11	146	56	3,36	8	1 :17	BG	BS	45	H	-	-	-	-	+	2	-	-	-	89	60	17	-1	6,6	0,123	0,60	0,55	54	-	1	3
17	7.3.	12	-	6	13	17	220	88	2,1	7	1 :42	HG	BS	45	H	-	-	-	-	+	4	-	-	-	85	63	14	0	8,4	0,190	0,35	0,30	46	-	-	2
18	8.3.	7	-	4	7	18	129	56	1,2	6	1 :44	BG	BS	45	B	-	-	-	-	+	4	-	-	-	94	62	11	0	8,5	0,110	0,40	0,35	58	-	-	4
19	9.3.	12	-	-	13	15	197	79	4,86	6	1 :16	HE	HB	50	S	-	9	0,36	+	+	3	-	-	-	84	84	14	-2	7,2	0,090	0,40	0,35	61	-	-	2
20	9.3.	10	1	-	13	13	163	65	5,04	6	1 :13	HE	HB	50	S	-	9	0,30	+	+	4	-	-	-	90	84	14	-1	8,4	0,190	0,45	0,35	60	1	-	2
21	9.3.	9	-	-	10	14	140	56	2,8	4	1 :20	BG	BS	45	S	-	9	0,36	+	-	4	-	-	-	85	80	13	-1	7,1	0,075	0,50	0,40	52	-	2	2
22	9.3.	11	-	-	12	15	183	64	1,68	4	1 :38	HD	BS	45	S	-	6	0,36	+	-	4	-	-	-	78	76	14	0	8,2	0,175	0,30	0,20	60	-	3	2

x) 2 Abluftschächte vorhanden

TABELLE 2

Stall-Nr.	Tag d. Untersuchung 1960	Rinder	Pferde	Schweine	Großvieheinheiten	m^3/GVE	Inhalt des Stalles in cbm	Bodenfläche des Stalles in qm	Gesamtfensterfläche in qm	Anzahl d. Fenster	Fensterfläche / Bodenfläche Verh.	Deckenart	Wandart	Wandstärke in cm	Bodenart	Grube im Stall	Höhe d. Abluftschachtes in m	Querschnitt des Abluftschachtes	Isolation d. Abl. sch.	sonst. Lüftung	Türen	Decke feucht	Wand feucht	Tiere feucht	Innenfeuchte in % rel.	Außenfeuchte i. %	Innentemp. i. °C	Außentemp. i. °C	Abkühlungsgröße	Luftbewegung m/sek.	CO_2 unter der Decke	CO_2 in 1 m Höhe	1. KB	Colimastitiden	sonst. Mastitiden	Stallverhältnisse benotet 1 - 5
23	22.2.	8	-	-	8	17	137	55	1,75	5	1 :32	HG	BS	38	A	-	-	-	-	+	4	+	+	+	95	85	12	+4	7,0	0,046	0,40	0,35	46	-	-	3
24	22.2.	4	-	5	5	30	151	61	2,88	6	1 :21	HE	BS	38	B	-	8	0,12	+	-	1	+	+	+	98	89	18	+2	5,5	0,059	0,65	0,50	47	-	3	3
25	23.2.	4	-	-	4	15	60	27	0,84	4	1 :32	HG	BS	38	T	+	-	-	-	-	3	+	+	+	98	86	14	+4	8,0	0,151	0,40	0,35	58	-	1	2
26	23.2.	15	-	-	13	13	165	66	1,92	6	1 :39	HG	BS	38	B	-	8	0,09	+	-	2	-	+	-	98	85	17	+2	5,5	0,42	0,55	0,40	-	1	-	2
27	25.2.	14	-	-	14	20	275	110	3,5	7	1 :31	HE	BS	38	B	-	-	-	-	-	3	-	-	-	89	87	14	+2	7,6	0,113	0,35	0,25	66	-	3	2
28	26.2.	10	-	-	9	16	150	60	0,48	2	1 :125	BG	BS	38	H	+	-	-	-	-	3	+	+	+	98	84	20	+8	5,2	0,070	0,50	0,45	25	-	2	3
29	27.2.	11	-	4	9	24	213	85	3,6	6	1 :24	HE	BS	38	H	-	9[x]	0,09	+	-	2	-	-	-	93	93	17	+8	7,1	0,173	0,45	0,35	35	-	-	5
30	27.2.	7	-	4	6	17	104	45	2,19	5	1 :21	BG	BS	38	H	+	-	-	-	+	2	-	+	-	95	93	18	+8	6,1	0,108	0,45	0,40	53	-	12	2
31	27.2.	5	-	-	6	16	95	35	2,1	5	1 :17	HE	BS	38	H	-	5	0,09	+	+	4	-	-	-	93	90	18	+7	6,0	0,092	0,50	0,50	67	-	-	2
32	28.2.	6	-	4	5	15	77	35	0,6	5	1 :51	BG	BS	38	H	-	-	-	-	+	2	+	+	+	98	73	20	+8	5,2	0,074	0,75	0,65	33	-	-	3
33	29.2.	7	-	-	5	14	70	28	1,44	3	1 :19	BG	BS	38	H	-	-	-	-	-	3	-	+	-	95	76	16	+4	6,6	0,091	0,45	0,45	60	-	-	3
34	29.2.	5	-	-	4	19	75	30	2,16	3	1 :14	HD	BS	38	A	-	-	-	-	+	5	-	-	-	80	76	16	+4	8,8	0,307	0,35	0,25	75	-	-	2
35	29.2.	10	1	2	10	18	175	70	0,84	7	1 :83	HG	BS	38	B	-	-	-	-	+	2	-	-	-	90	80	19	+5	5,7	0,105	0,55	0,45	50	-	-	2
36	29.2.	5	1	-	6	13	77	32	0,9	5	1 :35	BG	BS	38	H	-	-	-	-	+	2	-	-	-	85	72	21	+10	4,7	0,064	0,65	0,55	58	-	-	3
37	29.2.	7	-	4	6	11	70	35	0,96	4	1 :37	HE	BS	38	A	-	-	-	-	-	3	-	+	+	93	73	18	+10	6,1	0,101	0,60	0,50	36	-	-	4
38	29.2.	7	-	7	7	26	182	68	7,0	10	1 :10	HE	BS	38	A	-	10	0,25	+	+	5	-	-	-	90	70	18	+11	6,5	0,143	0,35	0,25	50	-	-	2
39	1.3.	3	-	3	4	15	62	28	0,72	3	1 :39	HS	BS	38	H	-	-	-	-	-	2	-	+	-	94	98	20	+10	5,3	0,088	0,50	0,45	57	-	-	3
40	1.3.	6	-	3	4	22	90	45	0,48	4	1 :94	HS	BS	38	H	+	-	-	-	-	3	+	+	+	98	81	19	+9	5,4	0,070	0,60	0,50	40	-	-	4
41	2.3.	7	-	-	8	8	64	32	1,54	4	1 :20	HS	BS	38	H	-	7	0,09	+	-	2	-	-	-	87	76	18	+4	5,7	0,070	0,60	0,50	85	-	-	2
42	2.3.	11	-	-	7	19	193	84	1,26	7	1 :67	BG	BS	38	H	-	-	-	-	+	4	-	+	-	95	65	18	+7	6,1	0,102	0,60	0,50	50	-	-	3
43	3.3.	9	-	1	7	19	134	65	2,5	5	1 :22	HE	BS	38	S	-	5	0,25	+	+	4	-	-	-	93	78	17	+4	6,4	0,100	0,50	0,40	50	-	1	3
44	3.3.	2	-	-	3	20	60	24	0,72	3	1 :34	HG	BS	38	B	-	-	-	-	-	2	+	+	-	98	85	13	+7	8,0	0,123	0,35	0,30	46	-	-	3
45	3.3.	3	1	-	4	15	60	25	0,72	3	1 :34	HS	BS	38	B	-	-	-	-	-	2	-	-	-	89	89	17	+7	6,6	0,125	0,35	0,30	67	-	-	2
46	3.3.	7	-	-	6	10	60	30	1,44	4	1 :21	HS	BS	38	H	+	-	-	-	-	2	+	+	-	95	90	19	+7	5,7	0,100	0,50	0,40	56	-	-	3
47	3.3.	14	-	-	12	13	158	63	3,2	8	1 :20	HD	BS	38	S	-	5	0,20	+	-	4	-	-	-	92	90	16	+8	6,2	0,065	0,35	0,30	79	-	3	2
48	3.3.	11	-	-	12	8	92	42	0,36	3	1 :117	BG	BS	38	H	-	-	-	-	-	3	+	+	+	94	90	22	+8	3,8	0,035	0,70	0,60	46	-	-	4
49	3.3.	8	-	-	7	10	70	30	1,2	5	1 :25	HG	BS	38	B	-	6	0,20	+	-	2	-	+	-	96	90	15	+7	6,2	0,051	0,45	0,40	69	1	-	3
50	3.3.	4	-	3	5	14	72	36	0,9	4	1 :40	HO	BS	38	H	-	3	0,09	+	-	2	-	-	-	91	90	18	+7	5,9	0,092	0,50	0,40	53	-	-	3
51	4.3.	18	-	-	20	15	291	121	10,4	13	1 :12	HE	BS	38	S	-	-	-	-	+	2	-	-	-	76	86	13	+5	8,1	0,135	0,20	0,15	60	-	-	1
52	5.3.	6	-	2	7	12	82	40	0,96	4	1 :42	HS	BS	38	B	+	-	-	-	+	2	+	+	+	99	80	20	+8	5,4	0,084	0,60	0,50	53	-	3	4
53	7.3.	7	-	3	7	12	84	40	0,48	4	1 :83	BG	BS	38	B	-	-	-	-	+	3	-	-	-	87	60	13	-1	7,6	0,096	0,50	0,40	43	-	-	4
54	8.3.	5	-	-	4	17	70	32	1,2	4	1 :27	HG	BS	38	H	+	-	-	-	-	2	+	+	+	98	64	14	-2	7,3	0,090	0,60	0,50	50	-	1	4
55	8.3.	9	-	8	9	20	184	80	2,07	7	1 :39	HG	BS	38	H	-	2	0,25	-	+	3	-	-	-	83	64	9	-1	9,1	0,100	0,20	0,15	45	-	2	4
56	9.3.	6	1	6	8	22	175	70	2,45	5	1 :28	HE	BS	38	H	-	5	0,16	+	+	5	-	-	-	87	84	6	-1	11,1	0,168	0,20	0,15	80	-	-	3
57	9.3.	4	-	2	4	12	46	21	0,56	2	1 :38	BG	BS	38	H	+	4	0,04	+	-	2	+	+	+	98	80	17	0	6,5	0,111	0,50	0,40	53	-	3	3

x) 2 Abluftschächte vorhanden

TABELLE 3

Stall-Nr.	Tag der Untersuchung 1960	Rinder	Pferde	Schweine	Großvieheinheiten	m^3/GVE	Inhalt des Stalles in cbm	Bodenfläche des Stalles in qm	Gesamtfensterfläche in qm	Anzahl d. Fenster	Verh. Fensterfläche / Bodenfläche	Deckenart	Wandart	Wandstärke in cm	Bodenart	Grube im Stall	Höhe des Abluftschachtes in m	Querschnitt des Abluftschachtes	Isolation d. Abl. sch.	sonst. Lüftung	Türen	Decke feucht	Wand feucht	Tiere feucht	Innenfeuchte in % rel.	Außenfeuchte in %	Innentemp. in °C	Außentemp. i. °C	Luftbewegung m/sek	Abkühlungsgröße	CO_2 unter der Decke	CO_2 in 1 m Höhe	1. KB	Colimastitiden	sonst. Mastitiden	Stallverhältnisse 1-5
58	23.1.	7	-	-	7	16	115	48	0,70	4	1 :68	HG	BR	70	H	-	8	0,12	+	-	2	-	-	-	87	87	15	+4	0,112	7,2	0,30	0,30	56	-	-	2
59	23.1.	5	-	-	5	12	60	24	1,4	2	1 :17	BG	BR	45	H	+	7	0,06	-	-	3	+	+	+	99	87	17	+5	0,112	6,5	0,50	0,45	50	-	-	3
60	24.1.	6	-	-	6	8	49	25	0,3	3	1 :82	HD	BR	60	H	+	-	-	-	-	2	+	+	-	99	88	15	+2	0,139	7,5	0,55	0,45	53	-	-	3
61	24.1.	8	-	-	8	8	70	35	0,27	3	1 :130	BÖ	BR	60	H	+	-	-	-	+	3	+	+	+	99	86	20	+3	0,046	5,0	1,00	0,90	-	3	1	5
62	24.1.	8	-	-	7	13	88	40	2,4	5	1 :17	HD	BR	60	B	-	-	-	-	-	2	+	+	+	93	82	18	+3	0,087	5,9	0,75	0,70	70	-	1	3
63	24.1.	8	-	-	6	8	47	25	0,5	2	1 :49	HG	BR	40	H	+	-	-	-	+	3	-	+	+	95	68	22	+6	0,086	4,6	0,60	0,55	-	-	4	4
64	24.1.	5	-	-	5	9	44	18	0,72	3	1 :24	BG	BR	50	H	+	6	0,09	+	+	2	+	+	+	99	73	20	+4	0,046	5,0	0,35	0,40	78	-	-	3
65	23.2.	13	-	-	13	10	114	50	1,75	5	1 :28	HD	SS	35	H	+	-	-	-	-	3	+	+	+	99	76	17	0	0,073	6,0	0,80	0,70	68	-	3	3
66	23.2.	14	-	-	13	10	124	50	1,05	5	1 :47	HG	BR	50	H	+	-	-	-	-	3	+	+	+	99	76	18	0	0,097	6,0	0,60	0,55	53	2	-	3
67	23.2.	5	-	5	7	14	97	42	1,05	5	1 :40	HG	SS	40	A	-	8	0,09	+	-	4	-	+	-	95	89	16	+2	0,150	7,2	0,50	0,45	35	-	-	2
68	23.2.	14	-	-	11	18	200	80	2,1	6	1 :38	HG	BR	50	S	-	-	-	-	-	4	+	+	+	98	86	17	+5	0,042	5,5	0,60	0,55	51	1	-	2
69	24.2.	9	-	-	9	10	100	40	0,9	5	1 :44	HG	BR	40	B	-	-	-	-	+	4	+	+	+	99	85	15	+5	0,100	7,0	0,55	0,50	51	-	2	4
70	24.2.	12	-	-	11	14	156	65	1,45	5	1 :37	HD	SS	40	B	-	8[x]	0,12	+	+	2	-	+	-	98	80	16	+3	0,188	7,6	0,55	0,45	-	1	4	2
71	24.2.	7	-	6	8	16	132	56	2,1	7	1 :27	HS	SS	30	H	-	5	0,06	+	+	3	+	+	+	98	79	15	+1	0,150	7,6	0,50	0,50	56	-	-	3
72	25.2.	5	-	-	5	9	46	20	0,71	2	1 :28	HS	SS	40	H	-	-	-	-	-	1	+	+	+	99	75	17	+5	0,104	6,3	0,60	0,50	33	-	4	3
73	26.2.	13	-	-	10	23	228	56	1,4	4	1 :40	HD	BR	40	H	-	-	-	-	-	1	-	-	-	97	90	18	+7	0,125	6,3	0,55	0,45	53	-	-	3
74	26.2.	11	-	-	10	8	80	32	0,7	2	1 :45	HG	BR	40	B	-	-	-	-	+	3	-	-	-	89	82	19	+9	0,091	5,6	0,40	0,40	53	-	2	4
75	27.2.	5	-	1	4	18	72	36	0,84	3	1 :43	HS	SS	30	H	-	9	0,09	+	-	3	+	+	+	98	93	18	+8	0,068	5,6	0,70	0,65	52	-	1	3
76	27.2.	7	-	-	6	17	100	40	3,09	3	1 :13	HG	SS	40	H	-	8	0,09	+	-	3	-	+	-	90	90	18	+7	0,101	6,1	0,40	0,35	37	-	-	4
77	28.2.	6	-	-	6	15	92	40	1,2	6	1 :33	HG	SS	30	A	+	-	-	-	-	2	+	+	+	99	84	15	+7	0,105	7,0	0,70	0,65	46	-	-	4
78	28.2.	6	-	5	6	14	88	40	0,48	4	1 :83	HG	SS	30	H	+	-	-	-	-	2	+	+	+	99	74	19	+8	0,061	5,1	0,80	0,70	38	-	-	4
79	29.2.	5	-	2	5	15	70	32	0,72	2	1 :44	HG	SS	30	H	+	-	-	-	+	3	+	+	-	98	83	16	+5	0,100	6,7	0,55	0,45	41	-	-	3
80	29.2.	13	-	-	10	16	157	61	0,72	6	1 :84	BÖ	SS	45	H	-	-	-	-	+	3	-	-	-	84	75	19	+6	0,101	5,7	0,50	0,40	41	-	-	3
81	29.2.	9	-	-	8	10	83	36	0,18	2	1:200	HG	SS	30	B	-	-	-	-	+	4	-	-	-	91	76	18	+7	0,042	5,4	0,65	0,55	50	-	1	3
82	29.2.	10	-	1	9	18	166	72	2,48	8	1 :29	HG	BR	45	H	-	5	0,25	+	-	3	-	-	-	88	74	19	+7	0,155	6,3	0,40	0,35	54	-	-	2

x) zwei Abluftschächte vorhanden

TABELLE 3 (Fortsetzung)

Stall-Nr.	Tag der Untersuchung 1960	Rinder	Pferde	Schweine	Großvieheinheiten	m³/GVE	Inhalt des Stalles in cbm	Bodenfläche des Stalles in qm	Gesamtfensterfläche in qm	Anzahl d. Fenster	Fensterfläche / Bodenfläche Verh.	Deckenart	Wandart	Wandstärke in cm	Bodenart	Grube im Stall	Höhe des Abluftschachtes in m	Querschnitt des Abluftschachtes	Isolation d. Abl. sch.	sonst. Lüftung	Türen	Decke feucht	Wand feucht	Tiere feucht	Innenfeuchte in % rel.	Außenfeuchte in %	Innentemp. in °C	Außentemp. in °C	Luftbewegung m/sek	Abkühlungsgröße	CO_2 unter der Decke	CO_2 in 1 m Höhe	1. K. B.	Colimastitiden	sonst. Mastitiden	Stallverhältnisse 1-5
83	1.3.	4	-	-	4	11	44	21	0,3	2	1 :70	HS	SS	30	H	+	-	-	-	-	1	+	+	+	98	88	18	+10	0,051	5,4	0,70	0,60	47	-	1	4
84	1.3.	7	-	-	7	13	93	40	0,9	4	1 :44	HG	SS	25	H	-	-	-	-	+	2	-	+	-	90	90	19	+9	0,142	6,3	0,50	0,50	54	-	-	4
85	1.3.	6	-	6	6	9	56	28	0,5	2	1: 56	HG	SS	30	H	+	-	-	-	-	2	+	+	+	99	80	22	+8	0,035	4,0	0,90	0,80	22	-	2	5
86	1.3.	10	-	-	7	10	73	28	0,9	3	1 :31	HG	BR	50	B	-	-	-	-	+	3	-	+	-	94	83	21	+9	0,080	4,9	0,70	0,65	34	-	1	4
87	2.3.	14	-	-	16	14	220	88	4,48	8	1 :20	HD	BR	45	H	-	9	0,16	+	+	3	-	-	-	93	84	17	+3	0,175	7,1	0,45	0,35	62	-	-	2
88	2.3.	11	-	-	11	8	90	45	1,44	6	1 :31	HS	BR	38	H	-	-	-	-	-	2	-	-	-	87	80	18	+4	0,115	6,1	0,60	0,50	56	-	1	3
89	2.3.	11	-	-	9	7	64	32	0,6	3	1 :53	BG	SS	35	H	+	-	-	-	+	3	+	+	+	98	65	21	+8	0,063	4,7	0,65	0,60	64	-	1	4
90	2.3.	5	-	3	6	11	67	28	0,54	3	1 :52	HG	BR	30	H	-	-	-	-	-	3	-	-	-	90	65	21	+8	0,095	5,0	0,65	0,60	35	-	-	4
91	3.3.	5	-	-	4	14	56	24	0,15	1	1 :160	HO	SS	30	H	-	-	-	-	+	3	-	-	-	80	75	18	+4	0,110	6,1	0,50	0,40	85	-	-	3
92	3.3.	5	-	5	4	14	56	28	0,48	6	1 :58	HG	BR	38	H	-	-	-	-	-	2	-	+	-	90	75	20	+5	0,050	5,1	0,70	0,60	11	-	-	4
93	4.3.	9	-	-	9	8	64	32	0,72	3	1 :44	HS	SS	35	H	+	-	-	-	+	2	-	+	-	95	93	21	+5	0,080	4,9	0,70	0,60	60	-	-	4
94	8.3.	5	-	-	5	13	64	32	0,24	3	1 :133	HS	BR	45	H	+	-	-	-	+	3	-	+	-	98	61	17	0	0,224	7,6	0,60	0,50	45	-	1	3
95	9.3.	10	-	-	11	12	134	56	1,44	6	1 :39	BG	BR	40	H	-	8	0,36	+	+	2	-	-	-	89	82	14	-1	0,200	8,6	0,50	0,40	61	-	-	2
96	9.3.	11	-	-	10	12	121	55	1,67	5	1 :33	BG	BR	45	H	+	8	0,25	+	+	3	+	+	+	98	72	17	+1	0,100	6,4	0,60	0,50	52	2	-	3
97	9.3.	3	-	3	3	12	36	18	0,24	1	1 :75	HG	BR	50	H	+	-	-	-	+	3	+	+	+	98	70	18	+1	0,115	6,1	0,80	0,75	47	1	-	4
98	9.3.	5	-	3	4	26	105	42	0,96	4	1 :43	HS	BR	60	S	+	6	0,12	-	+	3	+	+	-	98	68	17	+2	0,140	6,9	0,45	0,35	55	-	1	3
99	10.3.	3	-	-	4	12	48	24	0,24	3	1 :100	HG	BR	40	H	+	-	-	-	-	3	+	+	+	99	68	16	+4	0,105	6,7	0,60	0,55	29	-	-	5